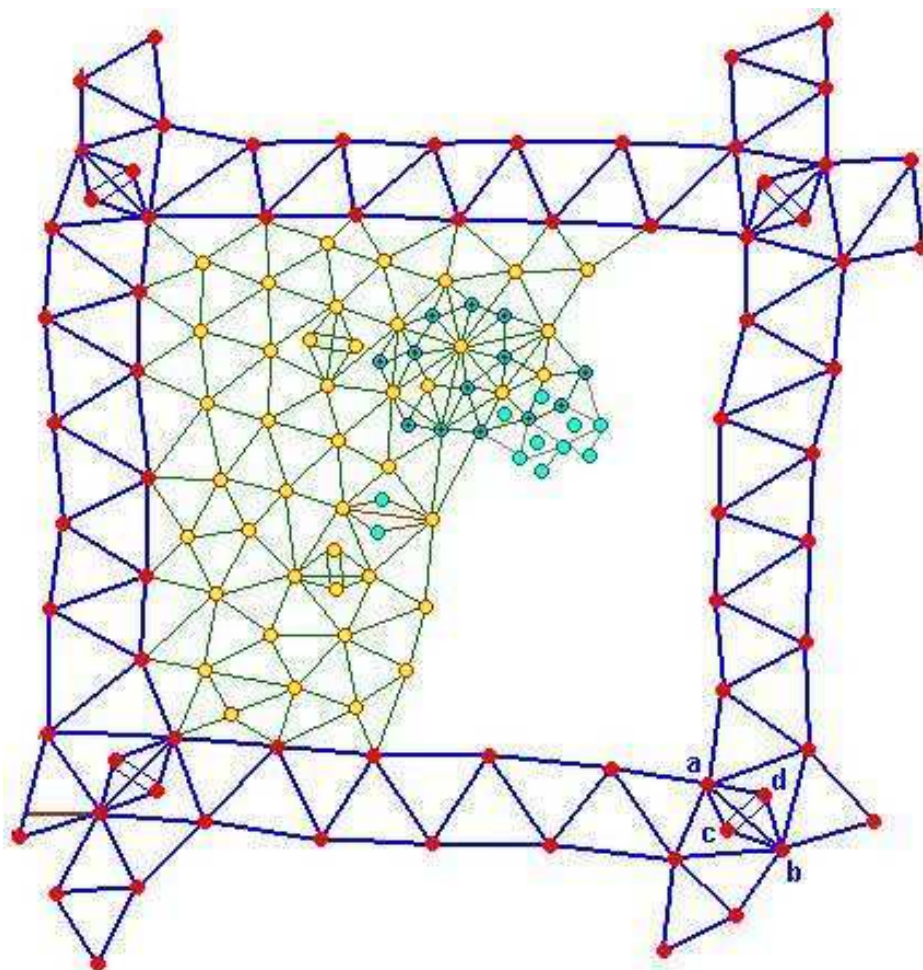


**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLOGI**  
**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN DÖWLET**  
**UNIWERSITETI**

**MYRAT ALLAKOW**

# **GEODEZIÝANYŇ ESASLARY**



**AŞGABAT - 2010**

**UDK-528.0**

**A-52**

**Myrat Allakow**

**A-52 Geodeziýanyň esaslary.** -A.: Altyn neşir. 2008. 624 sah.

**Syn ýazanlar:**

**T. Babaýewa (Magtymguly adyndaky TDU, dosent)**

**G. Hemraýew (Magtymguly adyndaky TDU, uly mugallym)**

Kitapda geodeziýa ylmy we onuň ugurlary hakynda umumy düşüňjeler berilýär. Onda geodeziýanyň çözüň meseleleri, onuň halk hojalykdaky orny, gysgaça ösüş taryhy, ýeriň şekili we ölçegleri, ulanylýan koordinatlar sistemalary, surata almagyň ýönekeý usullary, Türkmenistanyň döwlet geodeziki torlary, oriýentirlenmek, ýalňyşlyklar teoriýasy, topografiki planlary we kartalary, topografiki planlaryndan we kartalaryndan geografiki obýektleri öwrenmek, kartalary dürli kartometriki meseleleri çözmek üçin ulanmak, şekilleriň meýdanyny ýerde we kartada kesgitlemek, ýer üstüni teodolitli surata almak we onuň planyny düzmek, ýer üstüni niwelirli surata almak we profilini gurmak, taheometrli, menzulaly, aerofototopografiki surata almak usullary, duran ýeriň kesgitlemegiň global sistemalary, sanly kartalar we olaryň düzülişi, geodeziýada ulanylýan täze gurallar baradaky maglumatlar berilýär.

Şu okuw kitaby ýokary okuw mekdepleriniň talyplary, mugallymlary üçin niýetlenilýär. Şeýle hem ondan geodeziki işler bilen meşgullanýan inženerler, tehniki işgärler we giň okyjylar köpçüligi peýdalanyp bilerler.

**KBK 26.12**

**© Magtymguly adyndaky TDU**

**© Türkmenistanyň Bilim ministrliги, 2008**



**GARAŞSYZ, BAKY BITARAP TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI  
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



**TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY**



**TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY**

## **GARAŞSYZ, BAKY BITARAP TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY**

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,  
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.  
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,  
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

*Gaýtalama:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,  
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.  
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,  
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

*Gaýtalama:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

*Biz ylmy ösüşi ýokary derejesine çykaryp, ylmy barlaglaryň, ylmy işleriň netijeliligini ýokarlandyrmaly. Ähli ylmy işleri döwlet durmuşynyň möhüm meselelerini çözmäge, halk hojalygynyň barha ösýän talaplaryny kanagatlandyrmaga gönükdirmeli.*

**Gurbanguly Berdimuhamedow, Türkmenistanyň Prezidenti**

### **SÖZBAŞY**

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdumyzda orta we ýokary okuw mekdeplerinde tebigy we tehniki bilimleriň öwredilişini dünýä derejesinde guramaklyga uly üns berýär. Geodeziýa, topografiýa we kartografiýa dersleri-de ýurdumyzda ylmy-tehniki ösüşi üpjün etjek esasy ugurlara degişli.

Hormatly Prezidentimiziň türkmen ylmy - bilimi üçin edýän tagallalary netijesinde ýurdumyzyň ýokary okuw mekdepleriniň okuw maksatnamalary göz önünde tutulyp, “**Geodeziýanyň esaslary**” atly okuw kitaby gaýtadan işlenildi. Bu kitap Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň **geografiýa**, Türkmen politehniki institutynyň **arhitektura we gurluşyk**, S. A. Nyýazow adyndaky oba hojalyk uniwersitetiniň **gidromeliorasiýa, agronomçylyk**, Türkmenistanyň ulag we aragatnaşyk institutynyň **ýol we aeroport gurluşyk** fakultetlerinde, şeýle-de, Türkmenabadyň Seýitnazar Seýdi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň **geografiýa** hünäri boýunça okaýan talyplara niýetlenen okuw kitaby, galyberse-de, Türkmenistanyň Goranmak Ministriliginiň **Harby institutynyň, Harby akademiýasynyň** we Türkmenistanyň içeri işler ministriliginiň **Polisiýa akademiýasynyň** talyplary üçin hem okuw gollanmasy bolup biler.

Golýazmany kämilleşdirmek üçin beren gymmatly maslahatlary üçin Türkmenistanyň S. A. Nyýazow adyndaky oba hojalyk uniwersitetiniň ýer gurluşyk kafedrasynyň müdiri **N. Altyýewe** we şu kafedranynyň **uly mugallymy Ş. Hallyýewe**, Türkmen Döwlet ulag we aragatnaşyk institutynyň gurluşyk kafedrasynyň müdiri, **dosent, t.y.k. A. Garajaýewe** we şu kafedranynyň **uly mugallymy O. Bezirgenowa**, Türkmen politehniki institutynyň inžinerçilik geodeziýasy kafedrasynyň **uly mugallymy P. Bäşimowa**, Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň türkmen dili kafedrasynyň **mugallymy, dosent, f.y.k. B. Weýisowa**, nemes dili kafedrasynyň müdiri **dosent, f.y.k. K. Agaýewe**, TYA-nyň Magtymguly adyndaky Dil we edebiýat institutynyň bölüm müdiri, **f.y.k. Ç. Kulyýewe** öz minnetdarlygymyzy bildirýäris.

Kitap hakydaky bellikleriňizi şu adrese ibermegiňizi haýyş edýäris. *Aşgabat şäheri, Türkmenbaşy Şaýoly 31, Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersiteti, dünýä tejribesini öwreniş kafedrasy.*

# GİRİŞ

## 1. Umummy 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 gorizontal 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* ylmynyň we hasaplaýyş tehnologiýasynyň ýeten sepgitleri geodeziýa ylmyny 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 (proýektirmek), inženerçilik binalary gurmak hem-de dürli amaly we ylmy meseleleri çözmek üçin ölçeg işlerini geçirmegiň täzeden-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 daýanç torlaryny döretmek *ýokary geodeziýanyň* wezipeleri hasaplanylýar.

Ýeriň emeli hemralarynyň we kosmos gämileriniň uçurylmagy 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 *ýokary 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 daýanç torlary barlamak meseleleri hem alnyp barylýar. Munuň netijesinde geodeziýanyň *kosmiki geodeziýa* diýen şahasy emele gelýär.

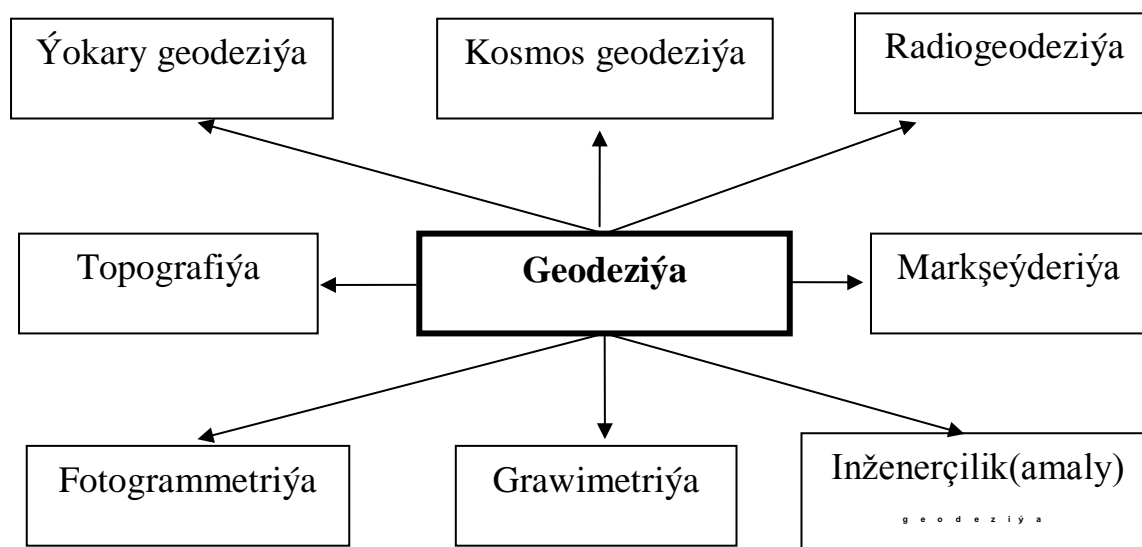
Geodeziýa radiolokasiýa sistemasyndan hem giňden peýdalanýar. Häzirki wagtda radiolokasiýa deňiz we howa nawigasiýasynyň esasy düzýär. Geodeziýada radioelektronikanyň, aýratyn hem iki nokadyň arasyndaky aralygy ölçemekde ähmiýeti uludyr. Aralyklary ölçemekde padio we ýagtylyk uzakölçeýjileri (dalnomerleri) 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 çözüň 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 bölüniş shemasy

Topografiýa kartalary kesgitlenen matematiki kanunlar esasynda düzülýär. Olar matematiki kanunlary meýdanda surata almagyň maglumatlaryny barlamaga we ýygynalan maglumatlary hasaplamaga, ölçegleriň takyklygyna gözegçilik etmäge, kartalarda ýoýulmalaryň çäginä 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 üstden ýokarda ýa-da aşakda ýerleşendigi berilýär.

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

Topografiki 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 **markşeyderçilik** diýlip atlandyrylýar. *Markşeyderçilik* - geodeziýanyň daglarda ylmy - barlag işlerini alyp barmak, şonuň ýaly-da tehniki 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

yमारतलर्य (binalary, desgalary) 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 obýektleri (ymaratlary) proyektirmek we gurmak, ulanylýan desgalaryň ýagdaýyny geodeziki taýdan (jähtden) 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.

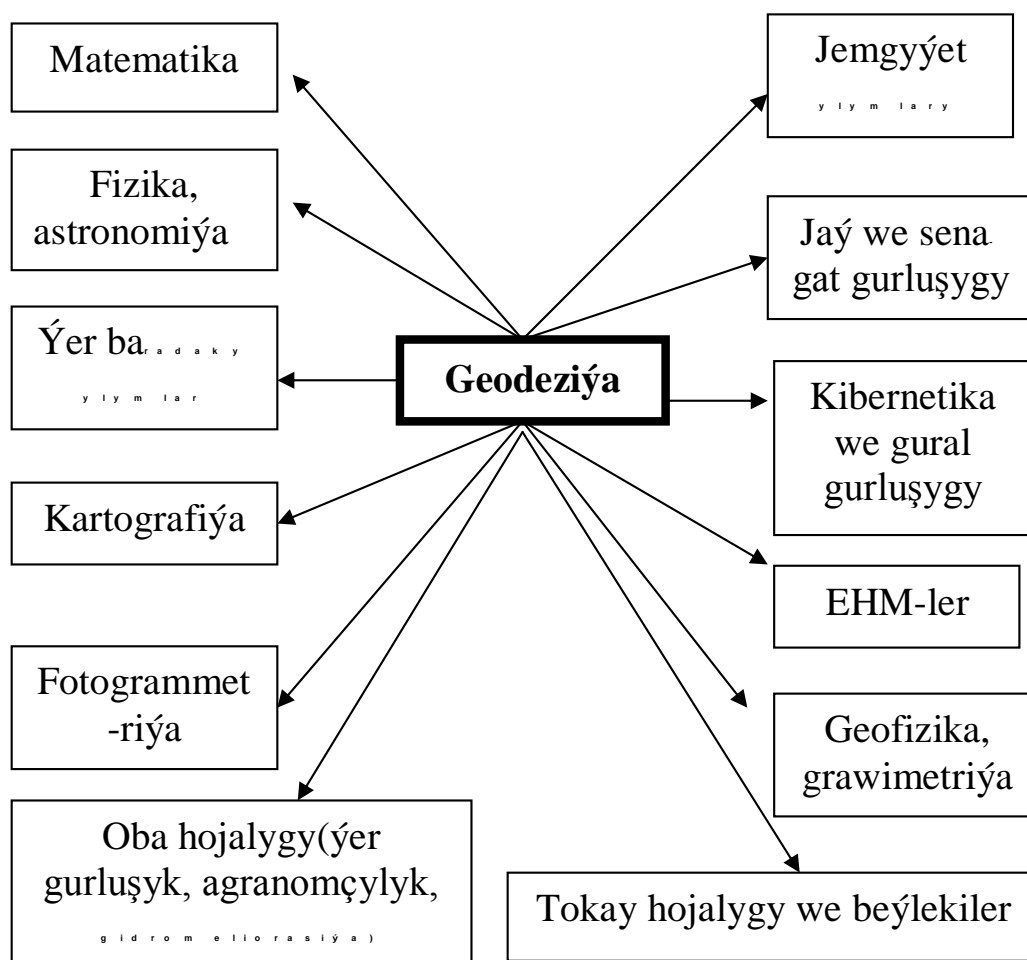
Döwlet geodeziki punktlaryny ýeriň üstünde gurmak üçin, olaryň geografiki we gönüburçly koordinatlaryny asman ýagtylgyçlaryna gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlemek gerekdir. Bu ýagdaý geodeziýany *astronomiýa* ylymy bilen baglanyşdyrýar.

**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.



Geodeziýanyň beýleki ylymlara gatnaşygynyň shemasy.

Kibernetika we häzirki zaman hasaplaýyş tehnikalarynyň ýeten sepgitleri topografiki kartalary döretmegiň awtomatlaşdyrylan görnüşüni almaga esas dörettdi. Şular ýaly kartalar dünýä tejribesinde **sanly kartalar** ady bilen bellidir.

Ösen döwletlerde sanly kartalar we onuň esasynda döredilýän geoinformasion sistemalary şu günki günde has-da köp ulanylýan serişdeler hasaplanylýar. Olaryň kömegi bilen halk hojalygynyň islendik pudagyny üstünlikli dolandyrmak mümkindir.

### 3. Geodeziýanyň halk hojalygyndaky orny

Geodeziýa ylmy gün-günden ösýär, täze ölçeg usullary oýlanylyp tapylýar, optiki-awtomatiki, elektron we radiogeodeziki, lazerli gurallary özleşdirilip, olardan peýdalanylýar.

Geodeziýa ýeriň üstünde ölçeg geçirmegiň usullaryny işläp düzýär, ol Ýer gabygynyň hereketine we deformasiýasyna gözegçilik etmäge, ummanlaryň we deňizleriň kenarlarynyň araçäkleriniň hem-de suwunyň derejeleriniň üýtgeýşine gözegçilik etmäge, polýuslaryň hereketlerini öwrenmäge we ş.m. inženerçilik meselelerini çözmäge ýardam berýär.

**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 çäginini 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 ulanyлмаýan ýeri ýok diýen ýalydyr. Ölçegler gämileri we uçarlary gurmakda, şeýle hem ýeriň emeli hemralaryny uçurmakda hem ulanylýar.

Geologlar topografiki karta we aerofotosurata almagyň maglumatlaryndan peýdalanylýan, ýeriň üstüni geologik taýdan öwrenmek we geologiki kartalary düzmek bilen birlikde, gazylyp alynýan peýdaly magdan kânlerini tapmak we olary karta geçirmek bilen meşgullanýarlar. Şeýle kartalarda gazylyp alynýan tebigy baýlyklaryň göwrümünü, 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 däl. Islendik tebigy obýektler kartalaryň esasynda öwrenilýär we gurluşyk işleriniň göwrümi, ykdysady bahasy we ş.m. görkezijileri hasaplanylýar. Peýdalanylýan binalarda döreýän deformasiýalary kesgitlemekde we ýer gabygynyň tektoniki hereketlerini öwrenmekde geodeziki ölçeg usullary giňden peýdalanylýar.

Geodeziki ölçegler senagat we ýaşaýyş 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 geçirilýär.

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.

Ýurdumyzda esasy topografiki-geodeziki işler Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň 5-nji kärhanasy ýerine ýetirýär. Bu kärhananyň düzüminde birnäçe topografiki-geodeziki ekspedisiýalar hereket edýär. Ýurdumyzyň çäginde geçirilýän ähli geodeziki işleriň materiallary şu ýerde saklanylýar.

#### 4. Geodeziýa ylmyň ösüş taryhyna gysgaça syn

*Ata-babalarymyz daş - töweregi* we ýeriň üstüni aňynda saklamak bilen çäklenipdirler. Olaryň düzen kartalary biziň döwrümize gelip ýetmändir. Emma olaryň özleri hat ýazyp bilmeseler-de, ugry Güne we Aýa, Uly we Kiçi Ýedigen ýyldyzlar toparynyň ýerleşişine baglylykda, wagty bolsa özlerniň kölegesine, Günün we Aýyň beýikliklerine (ýerleşişlerine) seredip kesgitlemäge ökde bolupdyrlar. Olar bu bilimleri özlerniň ata-babalaryndan galan miras hökmünde saklapdyrlar. Olar ýerli obýektler, haýwanlaryň yzlary, ösümlikleriň ýagdaýy boýunça hem ugry kesgitlepdirler.

Köneürgenç we Mary şäherlerinde şu güne çenli saklanyp galan binalar özlerniň owadanlygy, ulanylan kerpiçleriň berkligi bilen dünýäniň alymlaryny haýran galdyrýar. Şu işleri amala aşyrmak üçin ýeriň üstüni niwelirmek we çylşyrymly hasaplamalary ölçepleri geçirmek gerek bolandyr. Diýmek, olar bu ylymdan habarly adamlar bolupdyrlar.

**Türkmenistanyň çäginde** alnyp barlan gazuw - agtaryş işleriniň netijesinde ýumrulan köp sanly galalaryň, köşklerniň we beýleki binalaryň üsti açyldy. Bu gurluşlaryň ölçepleri we olaryň bezelşi ata-babalarymyzyň senetçilik ukypalarynyň-da has ýokary bolanlygyny tassyklaýar.

Ata-babalarymyz Hindistan we Hytaý, Ýakyn Gündogar, Kawkaz we Gündogar Ýewropa ýurtlary bilen söwda aragatnaşyklaryny edipdirler. Deri, mal, ýün, balyk ýaly harytlary özlerni bilen alyp gidipdirler. Ýöne çölün içi bilen uzakdaky ýurtlara aşmagy, ýyldyzlar boýunça ugry kesgitlemekleri olaryň, astronomiýa ylmyndan başlangyç bilimli adamlar bolanlygyndan habar berýär.

Taryhdan belli bolan maglumatlara görä, Türkmenistanyň territoriýasynda Merwde, Köneürgençde we Parfiýada üç sany dünýä meşhur obserwatoriýalaryň bolanlygy, olarda bolsa Ahmet al-Merwezi (770-870 ýý.), Muhammet Musa al-Horezmi (783-848 ýý.), Ahmet al-Fargany (797-861 ýý.), Abu Nasr Al-Faraby (873-950 ýý.), Abu Nasr Ibn Yrak (953-836 ýý.), Abu Reýhan al-Biruny (973-1048 ýý.), Abu Aly Ibn Sina (980-1037 ýý.), Omar Haýýam(1048-1131 ýý.) ýaly beýik alymlarynyň işländigleri mälimdir.

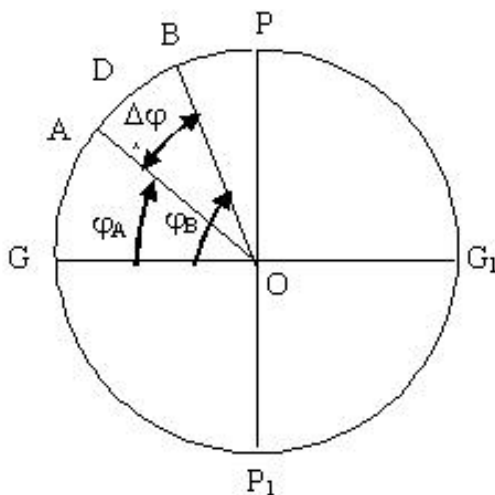
Astronomiýanyň ösmegi, ata-babalarymyzyň suwarymly ekerançylygy alyp barmagyna mümkinçilik beripdir. Oba hojalyk işleriniň tebigatyň möwsümleýin üýtgemelerine bagly bolmagy, Gün ýa-da Aý kalendarlarynyň zerurlygyny ýüze çykarypdyr. Kalendar düzmek, asman jisimleriniň görünýän hereketleriniň kanunalaýyklaryny bilmegi talap edýär. Ata-babalarymyz

özboluşly kalendar ulgamlaryny düzüpdirlir. Şeýle kalendarlary Aby Reýhan al-Biruny öz “*Geçen nesilleriň ýadygärlikleri*” atly işinde doly beýan edýär.

Merkezi Aziýanyň alymlary matematika, astronomiýa degişli işleri bilen birlikde, geografiýa, geodeziýa ylymlary bilen baglanyşykly dünýä ähmiýetli açyşlary edipdirler.

Taryhdan belli bolşy ýaly, biziň eramyzdan birnäçe asyr öňem gadymy **Müsürde Nil derýasynyň** kenar ýakasynda ekerançylyk bilen meşgullanypdyrlar.

Nil derýasy her ýyl joşup, ýer bölekleriniň araçäkleri häli- - şindi üýtgäp, özgerip durupdyr. Şeýle ýagdaýlarda müsürliler araçäkleri täzeden belgilemek, önümlü ýerleri bölekler bölüp, ýeriň üstünde ölçeg işlerini tiz-tizden geçirmeli bolupdyrlar. Olar ýeriň üstüni bölekler bölmekleri geodeziýa we ýeri ölçemekligi *geometriýa* atlandyrypdyrlar. Geodeziýa bilen geometriýanyň maksatlary bir bolupdyr. Şonuň üçin hem, bu ylymlar birnäçe asyrlaryň dowamynda bilelikde ösüpdir. Soňraklar geodeziýa ýerde ölçemek we Ýeriň parametrlerini kesgitlemek, emma geometriýa bolsa jisimleriň şekilini we olaryň özara ýerleşişlerini öwrenmek bilen meşgullanýan ylma öwrülipdir.



1-nji surat. Eratosfeniň Ýer şarynyň parametrlerini kesgitlemekde ulanan usuly.

Gadym zamanlarda geodeziki ölçegler diňe ýerleri bölmekde ulanylman, eýsem inženerçilik işlerde, ymaratlary guranlarynda hem ulanylypdyr. Adamlar geodeziki ölçegler bilen ir wagtlardan bäri meşgullanypdyrlar. Geodeziki ölçegler aýratyn hem **Merkezi Aziýada, Hytaýda, Müsürde, Gresiýada** giňden ulanylypdyr. Geodeziýanyň Merkezi Aziýada esaslandyrylandygyny subut etmek üçin orta asyrlarda şu sebitlerde gurlan taryhy ýadygärliklerden ugur almak bolar. Orta asyr şäherlerinden: **Köneürgenji, Merwi(häzirki Maryny), Hywany, Samarkandy, Buharany**... muňa mysal getirmek mümkin. Türkmenistanyň çägendäki taryhy ýadygärlikleriň *aglabasy* mongol - tatar

çozuşlary döwründe ýykylyp, ýumrulyp, ýok edilipdir. Bu binalary gurmakda geodeziki usullaryň ulanylandygy jedelsizdir.

Gadymy grek alymy **Pifagor** (takmynan biziň eramyzdan öňki 580-500-nji ýyllarda ýaşan) ilkinji bolup “**Ýer şar şekilli bolsa gerek**” diýen pikiri aýdypdyr. **Aristotel** (takmynan biziň eramyzdan öň 384-322-nji ýyllarda ýaşan) we beýleki grek alymlary, Ýeriň şar şekillidigini subut edipdirler. Taryhy maglumatlara görä, ýer şarynyň ululygyny ilkinji bolup müsürli alym **Eratosfeniň** (takmynan biziň eramyzdan öňki 276-196-njy ýyllarda ýaşan) kesgitländigini anyklanyldy. Emma onuň alan maglumatlary Ýeriň häzirki zaman ölçeglerinden has daşda bolupdyr.

Ýer şarynyň ululygyny kesgitlemegiň geometriki (geodeziki) usuly gradus ölçegleri diýlip atlandyrylýar (1-nji surat). Ýer şar şekilli diýip alnanda, onuň ölçegleri bir graduslyk meridianda ýerleşen iki nokadyň arasyndaky( $D$ ) aralygy geodeziki usulda ölçäp, nokatlaryň arasyndaky merkezi burçy( $\varphi$ ) astronomik usul bilen kesgitlep, meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygyny tapmak bolar. Ýer ellipsoidiniň meridianynyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygy  $S=D/\Delta\varphi_2$  bolar. Meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygy( $S$ ) belli bolsa, onda, ýer şarynyň radiusynyň uzynlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär.

$$R = \frac{360^\circ \cdot S}{2 \cdot \pi}.$$

Geodeziýa ylmy gadymy zamanlarda Arabystanda, Hytaýda, Hindistanda, Merkezi Aziýada, Gresiýada matematika we astronomiýa ylmlary bilen bir hatarda ösüpdir. Bu ýurtlaryň alymlary, Ýeriň ululygyny kesgitlemekde köp işleri alyp barypdylar.

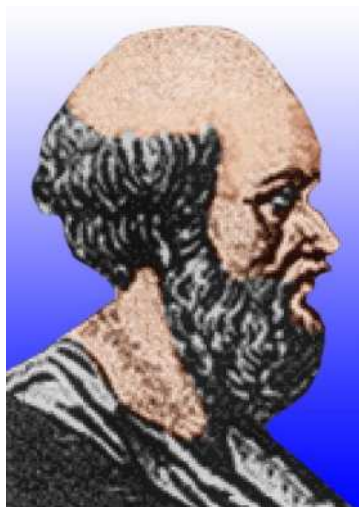
**Eratosfen Kirenaly** biziň eramyzdan öň 276-194-nji ýyllarda ýaşap geçen görnükli grek alymy, edebiýatzy, dünýäde ilkinji bolup fiziki geografiýany esaslandyran alymdyr.

Eratosfen Aleksandriýadaky kitaphananyň ýolbaşçysy bolýar. Ol özünden öňki adalgalar – “period”, “periegesa” we “peripl” sözleriniň ýerine sada we amatly ylmy sözleri geografiýa girizýär. Eratosfen başlangyç bilimi Aleksadriýada, soňra Afinada alýar. Görnükli alym astronomiýa, filologiýa, metamatika ylmlary bilen meşgullanýar.

Taryhy maglumatlara görä Eratosfen Ýeriň ölçeglerini dünýäde ilkinji bolup kesgitlepdir. Onuň alan netijeleri Ýeriň häzirki ölçeglerinden has daşda bolupdyr. Beýik akyldar dünýä halklaryny uly gyrgynçylyga getiren Troýan urşunyň(b. e. öňki 1194-1184-nji ýyllar) möhletini hem kesgitleýär.

Eratosfeniň matematiki işleriniň arasyndan “Plotonik” (Platonikos) atly eserini aýratyn bellemek gerek. Bu işde Timeý Plotonyň matematika we saza degişli bolan eserlerine komentariýa berýär. Eseriň düýp mazmuny bolup, kuby ikeltmek (udwoýeniýe) meselesi durýar. Alymyň “Ortaça ululyklar barada”(Peri

mesotenon) atly eseri geometriki mazmunlydyr. Ol iki sany bölümden ybarat. Eratosfeniň “Reşeto” (Koskinon) atly traktatynda sada sanlary kesgitlemegiň gysgaldylan usuly barada maglumatlar berilýär. Onda matematiki geografiýa, ýagny kartografiki proyeksiýa degişli maglumatlary hem getirilýär.



Eratosfen Kirenaly.

Eratosfen özüniň 9 kitapdan ybarat bolan “Hronologiýa” (Chronographia) eserini ýazmak bilen ylmy hronologiýanyň esasyňy goýýar. Ol özüni ilkinji gezek “filolog”(philologos) ýagny, ylmy söýüji diýip atlandyrýar.

Eratosfen geografiýa ylmynda matematika ugruny ilkinji bolup girizmek bilen geodeziýa we kartografiýa ylmlarynyň hem başyňy başlaýar.

Ýeriň şar şekillidigi baradaky *ilkinji pikirler* biziň eramyzdan öň 1 müňünji ýyllarynda grek alymlarynda döräpdir. Olar öz önlerinde Ýer şarynyň ölçeglerini, şeýle hem onuň töwereginiň uzynlygyny kesgitlemegi maksat edip goýupdyrlar. Bu meseleleri çözmek üçin iş geçirmegiň käbir usullary hem düzülipdir.

Ýer şarynyň töwereginiň uzynlygyny kesgitlemegiň nazary esasyňy ilkinji bolup **Eratosfen** goýupdyr. Onuň ulanan usulyňyň mazmuny aşakdakydan ybarat: ýeriň üstünde bir meridianda ýerleşen iki punktyň arasyndaky aralyk ölçenilýär (punktlar bir-birine baglylykda günorta ugurda ýerleşmek şerti bilen alynýar). Şu punktlarda Gün ortada bolanda, şol bir wagtda iki nokatda hem Günüň beýikligi ölçenilýär we alnan bahalaryň tapawudy hasaplanylýar. Bu tapawut gradusda aňladylýar we şu meridianda punktlaryň arasyndaky duganyň bahasyny görkezýär. Punktlaryň arasyndaky duganyň uzynlygy belli, onuň tegelegiň nähili bölegini alýandygyny bilmek bilen töweregiň umumy uzynlygy kesgitlenilýär.

Eratosfeniň alan punktlarynyň biri **Aleksandriýa**, ikinjisi bolsa *Siyena* (häzirki Assuan ş.) şäheri bolupdyr. Ol şäherleriň arasyndaky aralygyň 5000 stadiýa deňligini bilipdir. Onuň kesgitlän dugasynyň ululygy  $7.2^\circ$  burç

ululygyna deň bolupdyr. Bu baha bolsa töweregiň  $1/50$  bölegine deňdir. Eratosfen özüniň geçiren hasaplamasynyň esasynda ýer şarynyň töwereginiň uzynlygy *250000 stadiýa* deň diýip hasaplapdyr (Eratosfeniň ulanan bir stadiýasy - takmynan *148.5 metre* deňdir).

Gadymy grekleriň Ýeriň ölçeglerini kesgitlemekde ulanan usullary we alan netijeleri *VIII* asyryň ahyrynda we *IX* asyryň başlarynda **arap halyfy al-Mamunyň** köşgünde işläň bagdatly alymlara hem belli bolupdyr. Olar bu maglumatlary öz ölçegleriniň esasyňa alyp hem bilerdiler, emma olar *stadiýa* bilen arap ýurtlarynda ulanylýan uzynlyk ölçeg birlikleriniň tapawudyny bilmändirler. Bu bolsa gadymy wagtlarda uzynlygy ölçemek üçin ähli ýerde ýeke-täk ölçeg birlikleriniň ulanylmandydyny görkezýär. Şonuň üçin hem halifatyň çäginde işläň alymlarda grek alymlarynyň alan maglumatlaryna ynam bolmandyr. Emma ýer şarynyň radiusy, üstüniň meýdany, göwrümi we töwereginiň uzynlygy köp nazary we amaly mysallary çözmek üçin zerur bolupdyr hem-de olar öňkülere bagly bolmadyk ölçegleri geçirmek gerek diýlen netijä gelipdirler. Bu işler barada **Abu Reýhan Al-Biruny** öz “*Geodeziýasynda*” doly maglumat berýär.

**Muhammet Musa al-Horezminiň** doly ady - Abu Abdallah (ýa-da Abu Jafar) Muhammet ibn Musa al-Horezmidir. Kd bir ýagdaýlarda arapça ýazylmagy netijesinde oňa al-Huwaizmi diýip hem ýüzlenýärler. Görnükli alym Günbatar Ýeweropada *Algorithmus* ady bilen bellidir.



Muhammet Musa al-Horezmi.

Muhammet Musa al-Horezminiň durmuş ýoly barada hiç hili maglumat ýok diýen ýalydyr. Biziň döwrümize beýik alymyň doglan senesi hakynda hem belli maglumat gelip ýetmändir. Alymyň diňe *VIII* asyryň ahyrlarynda doglandygy barada maglumatlar bar. Musa al-Horezminiň doglan ýylyny şertli

783-nji ýyl diýip almak kabul edilýär. Onuň aradan çykan ýyly bolsa 850-nji ýyl (käbir ylmy maglumatlarda 848-nji ýyl) hasaplanylýar.

Käbir taryhy ylmy çeşmelerde al-Horezmä “al-majusy” diýýärler. Bu ýerden onuň ata-babalarynyň maglar – zoroastriý dinine uýýandygy, bu diniň bolsa şol döwürlerde Merkezi Aziýanyň territoriýasynda has-da meşhur ýaýrandygy mälimdir.

Alymyň dogduk mekany Horezm bolup ol Merkezi Aziýanyň giň ýaýlymly territoriýasyny öz içine alýar. Horezm sebiti şol wagtlarda häzirki Özbegistanyň Horezm welaýatynyň bütewi ýeriniň çägi, ondan daşary Özbegistanyň Garagalpak awtonom respublikasynyň we Türkmenistanyň Daşoguz welaýatynyň territoriýalary degişli bolup durýar. Taryhy çeşmelerde Musa al-Horezminiň doglan şäheri, obasy barada anyk maglumat ýok, emma gytaklaýyn pikirleriň esasynda gadymy Hywa diýmek mümkin.

IX asyrdaky Merkezi Aziýa halklarynyň ylmynyň we medeniýetiniň tiz, çalt depginler bilen ösmegi birnäçe ýagdaýlar bilen esaslandyrylýar. Olaryň biri hem, şol döwürde arap halyfatynyň bütewiligi bozulýar we onuň esasynda aýry-ayry territoriýalarda halyfatlar bölünip aýrylyp, täze-täze dinastiýalar, özleriniň garaşsyzlygyny üpjün edýän döwletler peýda bolup başlaýar. Bu ýagdaý bolsa täze medeniýet we okuw ojaklarynyň döremegini, köneleriniň bolsa dikeldilmegini üpjün edipdir. Merwde (häzirki Maryda), Kätde, Ürgençde (häzirki Köneürgençde), Buharada we Samarkantda şular ýaly ojaklar köp bolupdyr.

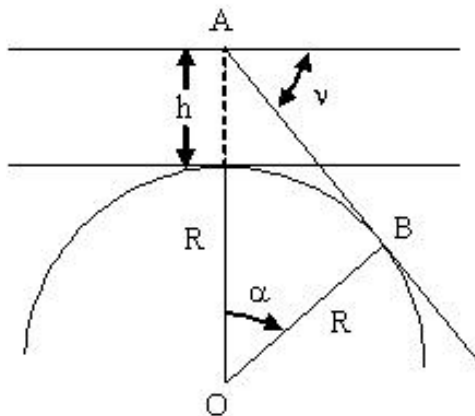
Muhammet Musa al-Horezmi aşakdaky ýaly dünýä derejesinde belli bolan ylmy traktatlaryň awtorydyr. Olardan: 1) “Hindi arifmetikasy barada kitap(hindi hasaby boýunça kitap)”; 2) “Algebranyň we almukabalanyň hasaplamalary boýunça gysgaça kitap”; 3) “Astronomiki tablisalar(zij)”; 4) “Ýeriň surat kitaby”; 5) “Astrolýabiýany gurmak barada kitap”; 6) “Astrolýabiýa bilen täsirler barada kitap”; 7) “Gün sagady barada kitap”; 8) “Ýewreýleriň eýýamyny we olaryň baýramlaryny kesgitlemek boýunça traktat”; 9) “Taryh kitaby” ýalylary bellemek bolar. Bu traktatlaryň arasyndan biziň günlerimize, ýazgy görnüşinde diňe ýedisi gelip ýetipdir.

**Al-Mamunyň** buýrugy bilen geodeziki ölçegleri geçirmek üçin ýörite gurallary taýýarlamaklyk senetçilere tabşyrylypdyr. Şonuň ýaly-da alymlar ölçeg işlerini geçirmek üçin amatly ýerleri agtarypdyrlar. **Masulyň** günbatarynda **Sinjar** şäheriniň ýakynynda ýerleşen tekiz ýer saýlanyp alynypdyr. Bu ýerde Günüň günortanky beýikligini ölçemek üçin punkty hem saýlapdyrlar. Soňra alymlar iki topara bölünip bir topary demirgazyga, beýlekisi bolsa günorta tarapa hereket edipdirler. Birinji topara **Halid al-Merweruddli** - belli astronom (*Merwer - Rud şäheriniň ýaşaýjysy*) ýolbaşçylyk etse, beýleki topara matematika we astronomiýa ylmy boýunça dünýäde tanalýan, meşhur alym **Aly ibn Isa al-Asturlabi** baştutanlyk edipdir. Olar meridian boýunça takyk hereket etmek bilen geçilen ýoly we ýeriň üstünde belgilenen, geografiki giňligiň kesgitlenýän nokadynda Günüň günortanky beýikligini ölçäpdirler.

Alnan netijeler bir-birinden köp tapawut etmändir. Maglumatlara görä bir toparda  $1^\circ$ -lyk meridianynyň uzynlygy *56 mile*, beýleki toparyň netijesi bolsa *56.7 mile* deň bolupdyr. Bir arap mili takmynan *1973 metre* deňdir. Onda, Yer şarynyň  $1^\circ$ -lyk meridianyň dugasynyň ortaça uzynlygy *110488 metre* deň bolupdyr. Onuň häzirki takyk bahasy *111196 metre* deňdir. Bu bahanyň häzirki zaman ölçegine ýakyn bolmagy haýran galdyryjydyr.

Ýeriň ölçeglerini kesgitlemekde Bagdat alymlary dünýäde ilkinji bolup göniden-göni meridianyň kesiminiň uzynlygyny ölçäpdirler we takyk netijäni alypdyrlar. **Eratosfen** bolsa astronomiki gözegçilik geçirmek bilen çäklenipdir. **Aleksandriýa** we **Siýena** şäherleriniň arasyndaky aralyk öň ölçenmändigi sebäpli alan maglumatlar, ýeriň häzirki ölçeglerinden düýpgöter tapawutlanypdyr.

Geodeziýanyň ösmegine **Muhammet al-Horezmi** hem uly goşant goşupdyr. Bagdat alymlarynyň geçiren işlerine Muhammet al-Horezmi hem gönüden-göni gatnaşanlygy hakda subutnamalar bar. Ol şol wagtlar halyf al-Mamunyň çagyrmagy bilen şu alymlar toparyna, ýagny “*Akyldarlar (danalar) öýüne*” ýolbaşçylyk edipdir.



2-nji surat. Abu Reýhan Birunynyň Ýeriň parametrlerini kesgitlemekde ulanan usuly.

Al-Horezminiň “*Ýeriň surat kitaby*” (“**Kitap surat al-ard**”) öz döwrüniň ajaýyp eserleriniň biri bolmak bilen, takmynan *1700-nji ýyla* çenli gymmatly maglumat çeşmesi bolup hyzmat edipdir. Kitap ýeke-täk arapça nusgasynda *Strasburg şäheriniň* kitaphanasynda saklanylýar. Bu iş ylmy-barlag işleri bilen meşgullanýan, häzirki zaman alymlarynda uly gyzyklanma döredýär. Olardan: **K. Nallinoni**, **H. Mžigi**, **E. Honogmany**, **W. W. Bartoldy**... ýaly alymlary görkezmek bolar.

*Muhammet al-Horezmi* yslam dünýäsine degişli bolan 489 sany şäheriň geografiýa koordinatlaryny kesgitlepdir. Nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemegi astromomiki usul bilen geçiripdir.

Gündogaryň beýik akyldary Muhammet al-Horezmi “Ekliptika: 12 sany bellilere, bellik 30 graduslyk bölege (olara ölekler hem diýilýär), gradus - 60 minuta, minut -60 sekunta, sekunt bolsa - 60 tersiýa bolünýär” diýip belleýär.

Abu Reýhan al-Biruny 1022-nji ýylyň ýaz aýlarynyň başynda Mahmyt Gaznalynyň Hindistana eden ýörişleriniň birinde *Penjap düzlüginde, Nandna* galasynyň ýakynynda ýerleşen bir beýik dagyň ýokarsyna çykyp, depesindäki nokatda durup gözýetimiň eňňitlik burçuny öz ýasan astrolýabiýa diýen guralynyň kömegi bilen ölçäpdir. Ol dagyň üstündäki öz duran nokadynyň beýikligini, dagyň beýgelmesini hem kesgitleýdi. Ol Ýer şarynyň radiusyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplapdyr:

$$R = \frac{\cos v}{1 - \cos v} \cdot h$$

Bu ýerde h-dagyň beýgelmesi.

Al-Birunyň kesgitleýşiçe Ýer ellipsoidiniň meridianynyň 32°-lyk giňlikdäki 1°-lyk dugasynyň uzynlygy 55.887 mile ýa-da häzirki metr uzynlyk birliginde 110275-e deň. Şu günki maglumatlara görä 32°-lyk demirgazyk giňlikde meridianyň 1°-lyk dugasynyň uzynlygy 110883 metrdir. Diýmek, Birunyň gradus ölçeg netijeleri öz döwri we gelejekki birnäçe asyrlaryň dowamy üçin takyk hasaplanýlar (2-nji surat).

Abu Reýhan al-Biruny yslam dünýäsiniň 600-e ýakyn şäherleriň geografiki koordinatyny (giňligini we uzaklygyny) kesgitleýdi. Ol geodeziýa ylmy esaslanyýy alym hasaplanýlar. Alym özüniň bu eserini 1018-nji ýylyň *oktyabr* aýynda **Ürgençden** (häzirki Köneürgenç) Gazna şäherine gelenden soňra, ýazmaga başlap, şol ýerde 1025-nji ýylyň *oktyabr* aýynyň 20-nde doly ýazyp gutarypdyr.

**Abu Reýhan Muhammet ibn Ahmet al-Biruny** 973-nji ýylyň 4-nji sentýabrynda dogulýar. Onuň doglan ýeri Horezmiň merkezi Kät şäheridir. Horezmde şol döwürlerde gadymy Yrakiler dinastiýasy hökümdarlyk edipdir.

Abu Reýhan al-Birunyň çagalyk ýyllary hakda, köplenç “ähtimal”, “bolsa gerek” ýaly sözleri ulanýarlar. Şular ýaly çaklamalar, Abu Reýhan al-Birunyň terjimehalynyň gowşak öwrenilendigi bilen baglanyşykly däl. Tersine dünýä ylmynda yz galdyran görnükli şahsyýetiň durmuşyna we ylmy mirasyna degişli islendik maglumat, anyk hemme taraplaýyn derňelip öwrenilýär.

Bizem al-Birunyň ýaşlygy barada örän ujypsyzja maglumatlar bilen çäklenmeli bolýarys. Onuň doglan takyk senesini, ilkinji terjimahalyny ýazan, XIII asyryň alymy Töwrizli(Tebrizli) Gadanfardyr.

Al-Birunyň lakamynyň gelip çykyşy hakda-da, käbir alymlaryň arasynda jedelli pikirler ýüze çykýar. Olaryň köpüsi “Biruny” sözüne başga

ýerden, şäheriň daşyndan gelen, başga sebitlerde doglan, emma ýetginjek döwründe şu ýerlere göçüp gelen ýaly many berýärler.

Abu Reýhan al-Biruny özüniň 75 ýaşynyň içinde 150-ä ýakyn ylmy traktatlary döredipdir. Olary ylymlaryň pudaklary boýunça alsak onda: astronomiýa - 70-e ýakyn, olaryň içinden umumy astronomiýa we hronologiýa degişli eserler – 37, meteorlar we kometalar – 6, astronomiki gurallar – 9, aýan etmek we astrologiýa degişli gysgaça soraglar boýunça – 18 eseri degişli hasaplanylýar; matematika degişli bolan ylmy işleri 20 bolup, olardan arifmetika – 8, geometriýa – 7, stereometriýa – 4, trigonometriýa – 1 işi bagyşlanylýpdyr.



Abu Reýhan Biruny.

Galan ylmy işleri ylymlaryň dürli pudaklaryna degişli bolup, aşakdaky ýaly sanawda berilýär:

1) matematiki geografiýa we geodeziýa-8; 2) kartografiýa-4; 3) klimatologiýa we meteorologiýa-3; 4) mineralogiýa-3; 5) fizika-1; 6) farmakologiýa-1; 7) taryh, etnografiýa we diniň taryhy-15; 8) filosofiýa-4; 9) edebiýada, bibliografiýa, edebi ýadygärliklere terjimeler – 18.

Görnükli rus alymy P. A. Bulgakow: “Akyldaryň ýazan eserleriniň hemmesini biziň döwrümüzde neşir etsek, olar hersiniň möçberi 35 çap sahypadan ybarat bolan 40 tomluk kitap bolardy” diýip belleýär.

Abu Reýhan al-Birunynyň ýokarda bellenen ägirt uly ylmy mirasyndan biziň günlerimize diňe 27 sanysy gelip ýetipdir, galanlary bolsa diňe ylmy çeşmeleriň hasabyna aýan bolupdyr.

1048-nji ýylyň dekabryň 11-nde ertir irden Abu Reýhan al-Birunynyň ýagdaýy erbetleşip başlaýar. Ol ýanyna Abul Fazl al-Sarahsyny çagyryýar we dessine, gyssagly Abu Hamidi getirmegi haýyş edýär.

Şeýlelikde, dünýä ylmynyň ösmegi üçin önjeýli goşant goşan beýik alym doly aňynda, ýyganan dostlarynyň we ýakynlarynyň her birine ölmezinden ozal gowy sözler aýdyp aradan çykýar.

Al-Birunynyň esasy işleriniň biri **“Ilatly punktlaryň arasyndaky aralyklary kesgitlemek maksady bilen ýerleriň araçägini anyklamak”** diýip atlandyrylypdyr. Bu eser şu günki - günde **“Geodeziýa”** diýlip atlandyrylýar. Eseriň arapça nusgasy birnäçe asyrdan soňra latyn diline terjime edilýär we ony tertipleşdirmek bilen ýewropaly alymlar **“Geodeziýa”** kitabyňy ýazypdyrlar(kitabyň mazmuny ýokary geodeziýa ylmyna takmynan laýyk gelýär).

Kitabyň mazmuny aşakdaky ýaly bölümleri öz içine alýar: “Şäheriň giňligini kesgitlemek barada söz”, “In uly gyşarmany gönüden göni kesgitlemek barada söz”, “Giňligi kesgitlemek boýunça söz”, “Olaryň haýsy hem bolsa biriniň ululygy boýunça doly ýa-da hususy gyşarmalaryny hasaplamak, şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudyny hasaplamak barada söz”, “Iki sany punktyň geografiki koordinatlary(giňlik we uzaklyk) boýunça aralyklaryny kesgitlemek barada söz”, “Bagdat we Reý şäherleriniň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Jurjanyň uzaklygyny kesgitlemek we onuň giňligini Reý we Jurjanynyň geografiki koordinatlary boýunça hasaplamak”, “Horezmiň uzaklygyny, özümiň tapan Jurjanynyň uzaklygynyň dogrulygyny subut etmek üçin ulanmak”, “Jurjanyň we Balhyň uzaklygynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Darganyň(Biratanyň) giňligini we uzaklygyny(geografiki koordinatlaryny) Jurjanynyň we Balhyň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek”, “Amulyň (Türkmenabadyň) geografiki koordinatlaryny Balhyň we Jurjanyň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek”, “Buharanyň geografiki koordinatlaryny Darganyň(Biratanyň) we Amulyň(Türkmenabat) koordinatlary boýunça kesgitlemek”, “Buhara we Balhyň arasyndaky aralygy olaryň geografiki koordinatlary boýunça kesgitlemek(ters geodeziki mysaly)”, “Bagdadyň we Şirazyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Şirazyň we Zerenjiň, şeýle-de Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Balhyň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Bustyň we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Bustyň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Gazna we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Bustyň geografiki koordinatlaryny Gaznanyň we Sijistanyň geografiýa koordinatlary boýunça kesgitlemek(Kybla tarap ugry kesgitlemek), ony kesgitlemek üçin başga ýol, muňa ýene-de bir üçünji ýol, Bagdadyň we Rakkiniň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Rakkanyň we Aleksandriýanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek”, “Gipparhyň Radosdaky gözegçiligi, Ptolomeýiň Aleksandriýadaky gözegçiligi, Şammasiýada we Bagdatda gözegçilikler”, “Halidiň Damaskdaky gözegçiligi”, “Näbelli alymyň Bagdatdaky gözegçiligi”, “Muhammet ibn Alynyň Nişapurdaky gözegçiligi”, “Doganlar Musanyň Samarradaky gözegçiligi”, “Al-Battanyň Rakkedäki gözegçiligi”, “Süleýman ibn Ysmynyň Balhdaky gözegçiligi”, “Abul Hüseyin as-Sufynyň Sirazdaky gözegçiligi”, “Abul Wafa al-Buzjanynyň Bagdatdaky gözegçiligi”, “Abu Reýhanyň Jurjandaky gözegçiligi”, “Abu Reýhanyň Gaznadaky gözegçiligi” ýaly bölümleri öz içine alýar.

1690-njy ýylda **I. Nýuton** (1643-1727-nji ýyllarda ýaşan) бүтін дүнýä dartylma kanunyna esaslanyp “*Ýeriň polýuslary bir az gysga, ýagny ellipsoid şekillidir*” diýen pikiri öňe sürüpdür. Şondan soňra Ýeriň ululygyny kesgitlemekde täze döwür başlanypdyr. Eger-de ýer ellipsoid şekilinde bolsa, onda ekwatoran polýuslara tarap  $1^\circ$ -lyk duganyň uzynlygynyň kem-kemden azalmagy gerekdir diýen pikirler döräpdür. Muny subut etmek maksady bilen **Pariž** ylmylar akademiýasy **Peruda** (1732-1742-nji ýyllar), **Laplandiýada** (1736-1737-nji ýylar) we **Fransiýada** geçiren gradus ölçegleriniň netijesine esaslanyp, meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygynyň, geografiki giňlige bagly bolýanlygyny görkezilendir hem-de Ýeriň ellipsoid şekillidigi tassyklanylandyr.

Gollandiýaly alym **W. Snellius** (1580-1626-njy ýyllarda ýaşan) uzak aralygy ölçemekde **triangulýasiýa** usulyny ilkinji bolup ulandy. Şondan soňra meridianlaryň we parallelleriniň islendik möçberdäki uzynlygyny ölçemek bilen **XVI-XVII asyrlarda** birnäçe alymlar bu usuly ulanmanyp Ýer şarynyň radiusyny hasaplap çykarypdyrlar. 1669-1670-nji ýyllarda fransuz alymy **Ž. Pikar** (1620-1682-nji ýyllarda ýaşan) Pariž we Amýon şäherleriniň arasynda triangulýasiýa torunyň zynjyryny ýatyrmak bilen, Ýer şarynyň radiusynyň *6371625 metre* deňligini kesgitledi.

Bu bolsa **XVII asyryň 70-nji ýylarynda** Ýeriň şär şekildedigi ylmy taýdan doly subut edilendigini dellilendirýär we Ýeriň ululygy dogrusynda ygtybarly maglumatlar bolup, ylma ornaşdy.

**XIX asyryň** başlarynda dürli ýurtlarda alnyp barylan astronomiki-geodeziki işleriň netijesinde, Ýeriň şekiliniň ellipsoidden biraz tapawut edýändigini açyldy. Meşhur alym **Laplas** *Fransiýada* we ýurtlarda alnyp barlan gradus ölçegleriniň netijelerini analizlemek bilen meridianyň dugasynyň uzynlygyny ekwatoran polýuslara ugurda bir görnüşli uzynlykda dældigini kesgitledi. Şuňa esaslanyp, **1873-nji ýylda** nemes fizigi **I. W. Listing** (1808-1882-nji ýyllarda ýaşan) “*Ýer özüne mahsus nätakyk we süýnmek şekilde*” diýen pikire gelipdir we ýeriň şular ýaly şekiline **geoid** diýmegi teklip edipdir. Şondan soňra Ýeriň hakyky şekili bolan **geoide** ýakyn we ondan örän az tapawut edýän ellipsoidiň ululygyny kesgitlemek zerur bolupdyr. Onuň üçin Ýer üstüniň bir kesimine däl, belki onuň dürli ýerlerinde geçirilen gradus ölçeg netijelerini peýdalanmak dogry bolar diýen pikire gelindi. Geoidiň şekili, Ýeriň dartyşma güýjüne bagly bolanlygy üçin grawometriki işler alnyp barlypdyr.

Ilkinji takyk ölçegleri geçirmäge ukyply bolan geodeziki gurallar **VIII asyryň** ikinji ýarymynda **IX asyryň** başlarynda arap alymlary tarapyndan oýlanyp tapylypdyr. Ilkinji **optiki** trubaly gurallar, ýagny **niwelirler** **XVII asyryň** ikinji ýarymynda ýasalýar. Niweliri fransuz inženeri oýlap tapypdyr.

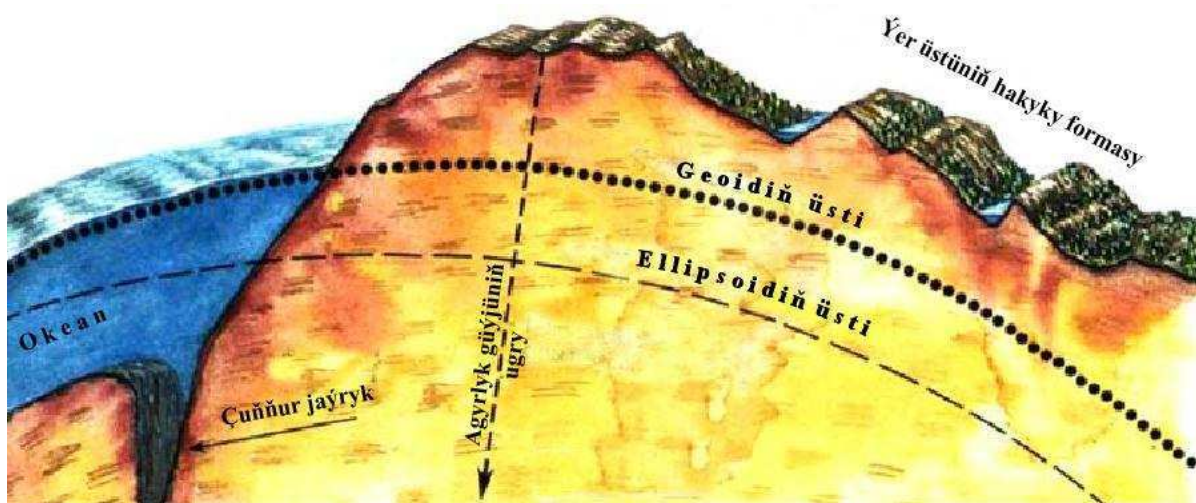
Optiki trubaly teodolidi bolsa **XVIII asyryň** ahyrlarynda inlis mehanigi **Ramsdan** ýasapdyr. Bu teodeolit diňe gorizonta burçlary ölçemäge ukyply bolupdyr. Wagtyň geçmegi bilen teodolidiň wertikal tegelegi görüş turbasynyň aýlanma okuna birleşdirmek, şonuň bilen birlikde wertikal burçlary hem ölçemek mümkin bolupdyr.

# I. ÝERIŇ ŞEKILI WE ÖLÇEGLERI

## 1.1. Ýeriň ölçegleriniň kesgitlenilişi

Ylymda ýeriň 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 Ýeriň şeklini kesgitlemekde dünýä ummanlarynyň suwunyň üst derejesinden ugur almak amatlydyr.

Ummanlaryň suwunuň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky duran ýagdaýynyň gury ýer böleginiň ähli ýerinde, asma çyzygy göni burç bilen kesip geçýän ýagdaýyna **esasy dereje(urowen) üsti** diýilýär. Ýeriň 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 ýeriň ummanlaryň üstünden ortaça beýikliginiň tapawudy 875 metre deňdir, bu bolsa Ýeriň ululygyna baglylykda kiçi sandyr.



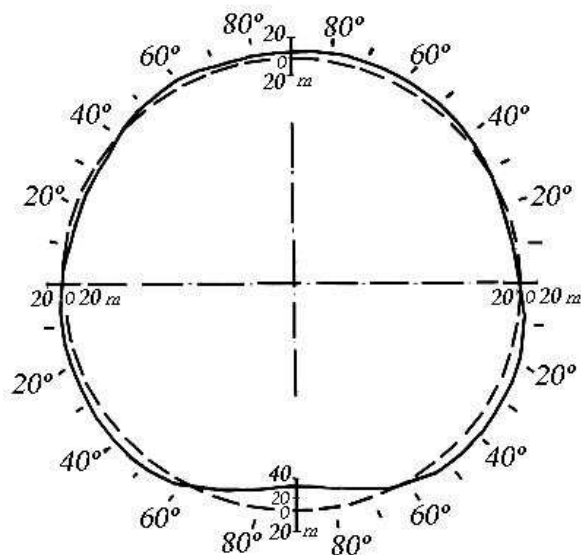
1.1-nji surat. Ýeriň üstünde berlin nokatdan urowen üstüniň geçirilişi.

Üst derejesini islendik nokadyň üstünden geçirmek bolar (1.1-nji surat). Bu üst derejäniň aşagyndan, ýokarsyndan 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 ýokarda ýerleşýärler.

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

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

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



1.2-nji surat. Geoid bilen Ýer ellipsoidiniň tapawudy.

Ýeriň geoid şekili agyrylyk güýjüniň täsirine, agyrylyk güýji bolsa ýeriň aşagyndaky jynslaryň ýerleşmegine we onuň dykzlygyna baglydyr. Jynslaryň ýerleşşi we dykzlygy ýeriň 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 şekilini bilmek kyn meseleleriň biri hasaplanylýar. Soňky ýyllarda *ýokary geodeziýanyň* esasy wezipesi, geoidiň şekilini 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 gelýän *kwazigeoid* diýip atlandyrylýan kömekçi üsti teklipti. Okeanlaryň üstünde geoid bilen kwazigeoidiň üstleri bir-birine laýyk, emma gury ýerde olar tapawutlanýar. Tekizlik ýerlerde olaryň arasyndaky tapawut birnäçe santimetr, pes daglyk sebitlerde in köpi 1 metre çenli, beýik daglyk sebitlerde 2 metre çenli

bahalary alýar. Şonuň üçin geodeizýada köpçülikleýin meseleleri çözmekde geoidiň we kwazigeoidiň üsti bir-birine gabat gelýär diýip kabul edilendir.

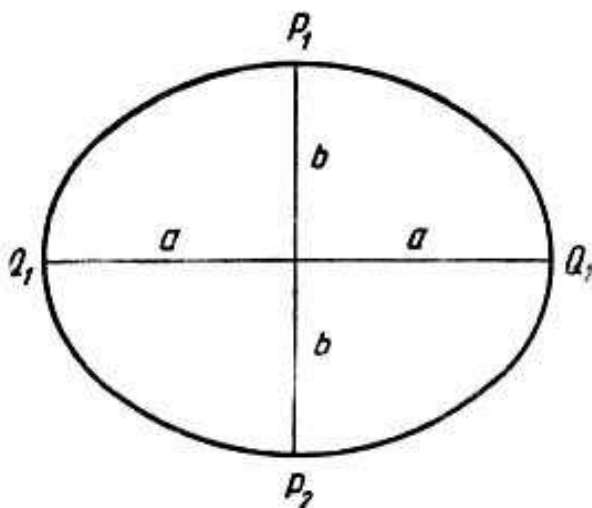
Geodeziki ölçegler geoidiň ellipsoid aýlanmasy, ýagny ellipsiň kiçi okunyň *b-niň* (polýar pkunyň **PP<sub>1</sub>**) daşyndan aýlanmagynda emele gelen geometriki şekiline ýakyndygyny görkezdi. Bu şekilde ellipsoid bütewi çyzyk, geoid bolsa üzňe çyzyk bilen berlendir. Ýer üstüniň islendik nokadyndan 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 “*geoide ýakyn*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

**Asma çyzyk** - geoidiň üstündäki islendik nokatdan onuň üstüne perpendikulýar kesip geçmek bilen alynýar (başgaça aýdanda asma çyzyk - ýeriň agyrlyk güýjüniň ugry bilen gabat gelýän çyzykdyr).

**Normal çyzyk**-Ýer ellipsoidiniň üstindäki islendik nokatdan onuň üstüni perpendikulýar kesip geçmek bilen emele gelýär.

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. Krasowskiniň** referens-ellipsoidi alnandyr.



1.3-nji surat. Ýer ellipsoid we onuň elementleri.

Ýer ellipsoidiniň ululygy onun elementleri bilen kesgitlenilýär. Bu elementler ellipsoidiň uly(*a*) we kiçi ýarym(*b*) oklary bolup durýar. Şu ululyklara baglylykda ýer ellipsoidiniň 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 häzirki wagtda taryhy ähmiýete eýedir. Delambr Ýer ellipsoidiniň elementlerini kesgitlemek bilen uzynlyk ölçeg *birlihi bolan - metriň* bahasyny hasaplap çykarylýar. Delambryň ellipsoidinde ekwatoran 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 **Garaşsyz Döwletleriň Arkalaşygy (DGA)** ýurtlarynyň territoriýasynda topografo-geodeziki işlerini geçirende nemes astronomy **F. W. Besseliň** (1794-1846-njy ýý.) hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň ululyklaryndan peýdalanypdyrlar. 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 guwandyrjydyr. **Muhammet al-Horezmi** algebrany esaslandyran bolsa, **Abu Reýhan al - Biruny** geodeziýany we astronomiýany esaslandyryjy alym hasaplanýlar. Ol geodeziýany geometriýanyň düzüminden bölüp aýyrýar. Merkezi Aziýanyň alymlarynyň baryp IX-XI asyrlarda hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň ölçegleri, häzirki 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  $a=6378245$  m,  $b=6356863$  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-<br>leriň awtory                                       | Kesgitleme-<br>leriň geçirilen<br>ýerleri, ýurtl.               | Kesgitlenen<br>ýyly             | Töwereginiň<br>radiusy, km        | Goşmaca                 |
|---|---|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1   | 2   | 3                               | 4                                 | 5                       |
| Eratosfen   | Müsür, Asuan<br>we Aleksan-<br>driýa şäherleri                  | Takmynan<br>250 ýyl b.e.öň      | R = 5908.8<br>km<br>(R = 6371.12) | Ekwatora<br>ýakyn ýerde |
| Arap alym-<br>lary Musa al-<br>Horezminiň<br>ýolbaşçy-<br>lygynda | Tigr we<br>Ýefrat<br>derýalarynyň<br>aralygy,<br>Sinjar düzlügi | Takmynan<br>830-njy<br>ýyllarda | R=6393.6 km                       | 36° - lyk<br>parallelda |
| Abu Reýhan<br>Biruni  | Nandna<br>tekizligi   | Takmynan<br>1022 ýylda          | R=6345.1 km                       | 32° – lyk<br>parallelda |

1.2-nji tablisa

**Esasy Ýer ellipsoidlary we olaryň parametrleri**

| Ellipsoidlar | Ýyllary | Uly ýarym oky $a$ ,<br>metrde | Gysylmak<br>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 |
| ПЗ-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 tablisa

#### 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,<br>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 eksentriteti ( $e$ ) hem ulanylýar. Bu parametrleriň bir-birleri bilen arabaglanyşygy aşakdaky ýaly berolýär:

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

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

Bu parametrler, şeýle-de WGS-84, II3-90 we F. N. Krasowskiniň ellipsoidleri üçin üstleriň meýdanlary Türkmenistanyň territoriýasynda kartografiki we geodeziki işleri geçirmek üçin wajypdyr.

Ýer ellipsoidiniň töwereginiň uzynlygy  $l=40030.9\text{ km}$ , bir graduslyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $111.196\text{ km}$ , bir minutlyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $1853.282\text{ m}$ , bir sekuntlyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $30.888\text{ m}$ , Ýer üstüniň meýdany, takmynan  $510\text{ mln km}^2$ , ýeriň göwrümi bolsa, takmynan  $1.083\text{ mlrd km}^3$  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 agyrlýk güýjüniň ugurlaryny gabat geler ýaly ýerleşdirmek zerurdyr.

**Garasysz Bitarap Türkmenistanyň** territoriýasy üçin ugur kesgitleýji nokat hökmünde(referens-ellipsoidiň üstünde) *Rossiýanyň Pulkow observatoriýasynyň 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, kölleriniň, 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 asyryda golland alymy **W. Snellius** ilkinji bolup ulanýar. **W. Snelliusyň** esaslandyran bu usuly, dürli ýurtlaryň alymlary tarapyndan has-da köp ulanyp başlapdyr. XVIII asyryda  $1^\circ$ -lyk duganyň uzynlygynyň meridianlar we paralleller boýunça deň dældigi subut edilýar. Polýuslarda duganyň  $1^\circ$ -lyk dugasyna düşýän uzynlyk birliginiň (meridian boýunça), ekwatorakydan tapawutlanýandygy anyklanylýar. Bu bolsa ellipsoidiň häsiýetine mahsusdyr we **I. Nýutonyň** gipotezasyna dogry(laýyk) gelýär. Hidrodinamikanyň 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 uzynlygy ölçäpdirler. Bu aralyk gradus ölçegi boýunça  $25^{\circ}20'$ -a deň bolupdyr. Bu bolsa şol döwrüň in uly geodeziki işleriniň biridir.

**3. Geofiziki usul.** Geofiziki usuly ýeriň üstünde agyrlyk 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 **Laplandiýada** (1736-1787) geçirilen gradus ölçegine özi gönüden – göni gatnaşýar. A. Klero agyrlyk güýji bilen Ýeriň gysylmagynyň arasyndaky gatnaşygy kesgitleýär. Bu bolsa, ylymda “*Kleronyň teoremasy*” 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 ylmý taýdan subut edýar.

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

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

Bu ýerde  $g_{\varphi}$ ,  $g_e$  we  $g_p$  - giňlik boýunça ekwatorda we polýusda kesgitlenýän agyrlyk 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. Kosmiki 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 şeklini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

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

Birinji usul - sinhron 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 ozünde ÝEH-nyň görünmegi zerurdyr) mümkin.

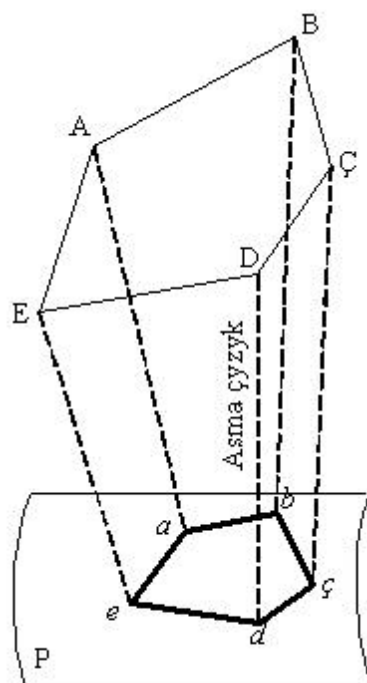
Ikinji usul - orbitaly usuldyr. Bu usul sinhron usulyndan, ÝEH-ryna dürli wagtlarda gözegçilik edilmegi bilen tapawutlanýar. Emma orbitaly usuly ÝEH-nyň hakyky orbitasynyň, hasaplanylandan gyşarmasyny göz önünde tutmaga mümkinçilik bermeýär.

### 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.

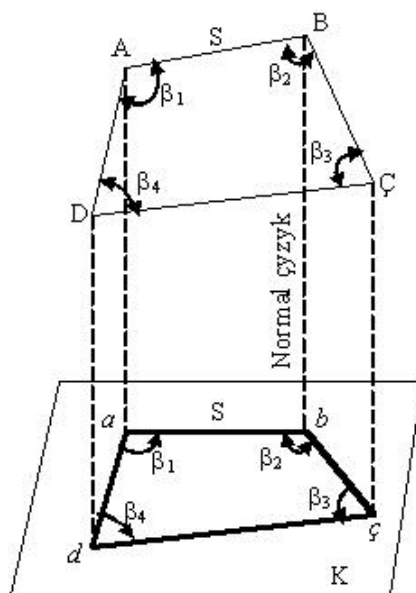
Ýeriň üstündäki nokatlary otnositellik üstine teswirlemegiň dürli usullary bar. Teswirlemegiň usullary alnan proyeksiýanyň häsiýetlerine baglydyr.

Geodeziýada bütewi ýeriň çäginini 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.



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

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



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

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

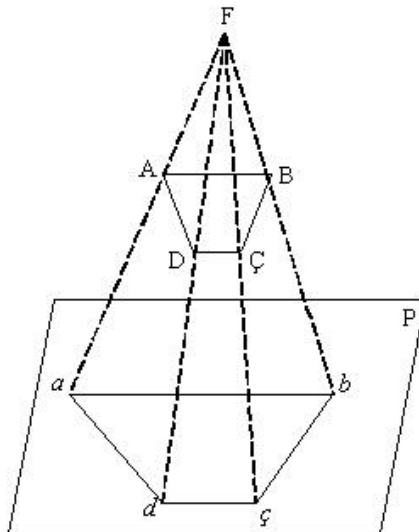
kartografiki proyeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylýar. Şu tekizlige kesgitlenen matematiki kanunlaryň esasynda ýer üstüniň elementleri geçirilýär. Netije-de, şol ýa-da başga proyeksiýalarda berlen çäkleri şekillendirmekde ýoýulmalar emele gelýär. Ýoýulmanyň möçberi şekillendirilýän ýeriň meýdanyna (çäGINE) bagly bolýar. Ýagny suratlandyrylýan territoriýa näçe uly bolsa, şonça-da ýeriň egriligini hasaba almagyň netijesinde ýoýulmalar döreýär.

**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 (I.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.



1.6-njy surat. Merkezi proyeksiýa.

**K** tekizlikde alnan **abcd** dörtburçlyk, ýerdäki **ABCD** 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 relýefi (umumy geografiki we topografiki, gipsometriki, morfologiki kartalardan başgalarda) baradaky düşüňjani 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 sekilidir.

“*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, adatça ýer üstüni fototopografiki surata almak hadysasynda ulanylýar.

#### 1.4. Masştab barada düşüňje

Karta bilen işlemezden öňürti, masştab baradaky düşüňjani almak zerurdy döreýär. “**Masştab**” gelip çyzyşy 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 gorizonta 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 sm - 10 sm = 0.1 m*, *1 sm - 50 sm = 0.5 m*, *1 sm - 100 sm = 1.0 m*, *1 sm - 200 sm = 2.0 m*, *1 sm - 250 sm = 2.5 m*, *1 sm - 500 sm = 5.0 m*, *1 sm - 1000 sm = 10.0 m*, *1 sm - 2000 sm =*

20.0 m, 1 sm - 2500 sm = 50 m, 1 sm - 10000 sm = 100.0 m bahalary ýeriň üstünde alýar.

San masşablar ulanylanda birnäçe hasaplamalary geçirmek gerek bolýar, bu bolsa, käbir kynçylyklary-da döredýär. Masşabyň 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:  $m=1:5000$  ( $l=50.0$  metr),  $l=9.6$  sm bolsa, onda  $S = 9.6 \times 50.0 = 480.0$  metr bolar.

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

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

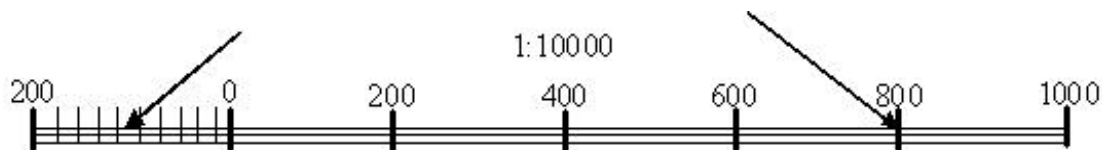
**3-nji mysal.** Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $S=256.56$  m, kartanyň masşaby  $1:10000$  bolsa, onda kartadaky çyzygyň uzynlygy  $l = 256.56 / 100.00 = 2.5$  sm bolar.

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

Amaly ýagdaýlarda şular ýaly hasaplamalardan gaça durmak maksady bilen, çyzykly masşablardan peýdalanylýar. Olar hem öz gezeginde birnäçe görnüşli bolup, geodeziýada çyzykly we kese masşab çyzgyçlary giňden ulanylýar.

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

Çyzykly masşab çyzgyçlary işlemek üçin amatly bolar ýaly metal esasa geçirilip ýasalýar. Çyzgyçlaryň uzynlygy köplenç ýagdaýda 20 sentimetre çenli aralykda alynýar. Suratdaky çyzykly masşab 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 masşab 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 in soňky çep bölegine onuň *nomogrammany* 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(esasyňa 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 deňişliklikde 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 böleklere (kartada 1 *mm* aralyga deňişli 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<sub>1</sub>*) diýilýär. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

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

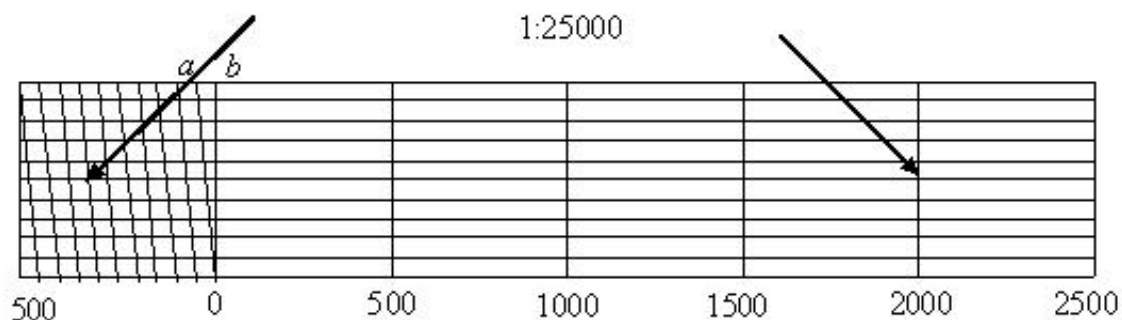
Meselem, 1:1000000 bolsa, onuň predel takyklygyny kesgitlemeli.

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

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

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

Çyzgyjyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygy ölçenen diýeliň. Ölçände sirkul - ölçejiniň bir aýagy hökmany ýagdaýda dik çyzyklaryň birine, beýlekisi bolsa nomogrammanyň içine düşürmelidir. Suratda, sirkul-ölçeýjiniň aýaklarynyň arasyndaky aralyk 800*m*+120 *m* =920 *metre* deňdir.



1.8-nji surat. Kese mashtab chyzgyjy.

Plany ýa-da kartany gurmagyň, şeýle hem ölçemegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen kese mashtab chyzgyçlaryny peýdalanmak amatlydyr. Kese mashtab chyzgyjyny gurmak üçin göni gorizont alýan ýerde, birnäçe gezek mashtabyň esasy 1 sm ýa-da 2 sm ölçäp goýýarys. Chyzgyň başyndan we ahyryndan dik ugurlarda, mashtab chyzgyjynyň beýikligini, ýagny 2.5-3.0 sm alyp goýýarys. Soňra bu chyzyklarda 2.5 sm aralygy 0 sany deň, ýagny 2.5-3.0 mm-den kesimleri alyp goýýarys. Bölünen kesimlerde goýlan nokatlary, gorizont ugurda göni chyzyklar bilen birleşdirýäris (1.8-nji surat).

Iň soňky çepdäki esasy 10 bölege bölüp (gorizont ugurlarda) gyşyk, ýapgyt chyzyklary geçirýäris. Bu chyzyklara *transversallar* diýilýär. Birleşdirilende ýokarky esasyň 1-nji nokady bilen aşaky esasyň 0-nji nokady birleşdirilip, galanlary oňa parallel edip geçirilýär. Grafiki gurmagyň netijesinde surtdaky kese mashtab chyzgyjyny alýarys. 0-dan çepdäki bölege mashtab chyzgyjynyň *nomaogrammasy* diýilýär. Kese mashtab chyzgyjyny aşadaky ýaly peýdalanmak mümkin. Ýerdäki chyzgyň gorizont kesiminiň uzynlygy 355 metre deň diýeliň, planyň mashtaby 1:5000 bolsa, onda mashtabyň esasy 2 sm deň bolanda 100 metr uzynlyk birligi düşýär. Şu bahadan ugur almak bilen, kesimiň uzynlygyny mashtabda goýýarys. Mashtab 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 mashtab chyzgyjynda alyp goýýarys. Şu ýerde bir zady bellemek hasda zerurdyr, ýagny sirkul - ölçejiniň aýaklary, chyzgyň uzynlygy ölçenýän wagty bir gorizont kesimde ýerleşdirilmegi zerur. Ölçeg wagtynda, sirkul - ölçejiniň bir aýagy 300 m ýazylan wertikal chyzga, beýleki aýagy bolsa 0-dan baş bölek çepe we şol chyzk boýunça baş bölek ýokary götermek bilen alynýar. Bu ýagdaýda ölçenen aralyk 355 metre deňdir. Surtdaky sirkul - ölçejiniň kömegi bilen ölçenen chyzgyň uzynlygy 2325 metr (1:25000 mashtably kartada) bolar.

Chyzkly mashtab chyzgyjynyň esasyndaky bölekleriň sanyny  $n$ , perpendikulýardaky bölekleriň sanyny  $m$  diýip alsak, onda kese mashtabyň iň kiçi  $ab$  böleginiň bahasy aşadaky ýaly hasaplanylýar:

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

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

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

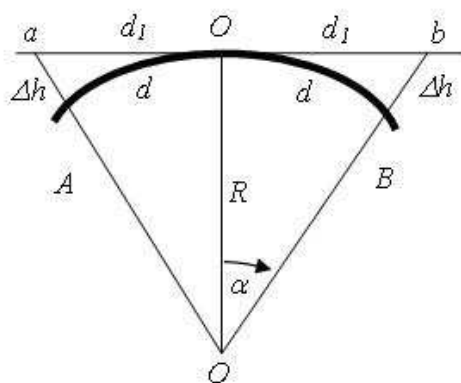
Berlen masştab çyzgyjynda ýeriň üstündäki çyzygyň iň gysga aralygyny goýmaga mümkinçilik berýän bahasyna *masştabyň takyklygy* diýilýär. Planyň ya-da kartanyň  $0.1 - 0.2 \text{ mm}$  aralygyna düşýän bahasyna nazary baha diýilýär. Emma, onuň praktiki bahasy  $0.2-0.5 \text{ mm}$  aralyklarda bolup biler.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

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

Eger-de ölçenýän çyzygyň uzynlygy masştab çyzgyjynyndan uzyn bolsa, onda çyzygy böleklere 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 düzülende, 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<br>yň km<br>uzynlygy | $\Delta S$ -yň<br>tapawudy, m | $\Delta h$ -yň<br>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  $d_1$  çyzyklaryň tapawudyny tapalyň,  $d$ -niň uzynlygyny **100** kilometrden kiçi diýip şertleşsek, onda:

$$d=R \times \alpha; d_1=R \times \operatorname{tg} \alpha.$$

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

Aňlatmalary bir-birinden aýyrmak bilen aşakdakyny alarys:

$$d - d_1 = R \times \alpha - R \times \operatorname{tg} \alpha = R \times (\alpha - \operatorname{tg} \alpha)$$

Bu ýerde  $d - d_1 = DS$ .

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<br>bölekleriniň<br>meýdany, km <sup>2</sup> | Burçlaryň<br>bahalarynyň<br>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 x 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 gemirgazyk 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 geýýän 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 wagat 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 wagat birliginde 2 sagat 02 minut bahany alýar.

Şonuň bilen beirlikde iki sany punktyň geografiýa uzaklygyny bilip, ýerli wagat 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.

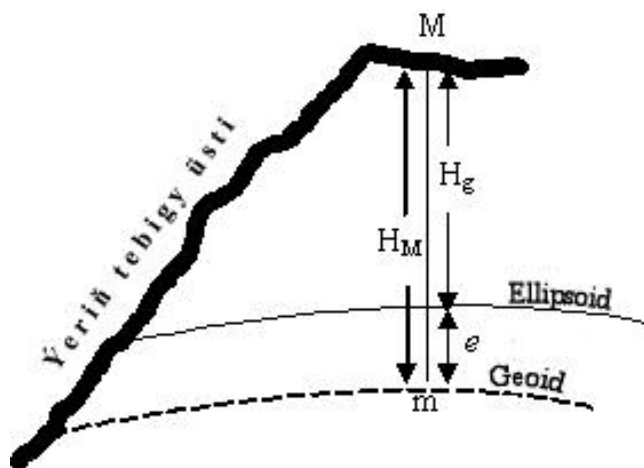
**Grinwiç** bilen **Pulkow** meridianlarynyň ara tapawudy geografiiki uzaklyk boýunça  $30^{\circ} 19' 39''$ -a ýa-da wagt birliginde 2 sagat 01 minut 18.57 sekunt baha deň diýip, belläpdirler .

*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 geografiiki giňligi  $0^{\circ}00'00,0''$ -a deňdir. Başlangyç Grinwiç meridianynyň geografiiki 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 beýhelmesiniň kesgitleniş shemasy.

Ýeriň üstündäki nokadyň geodeziki beýikligi ( $H_g$ ), bu nokatdan ellipsoidiň üstüne çenli bolan normalyň ( $Mm$ ) uzynlygy bilen häsiýetlenýär. Ýöne, ýeriň üstündäki nokadyň beýikligini kesgitlemekde, ellipsoidiň üsti däl-de, eýsem geoidiň üsti başlangyç diýlip kabul edilýär. Geoidiň üsti deňziň

üstüne baglylykda geodeziki ölçeg (niwelirmek) ýoly bilen kesgitlenilýär. Nokadyň deňiziň üstüne baglylykda beýikligine - absolýut diýlip, ol  $H$  harpy bilen belgilenilýär. Ýeriň üstündäki her bir nokadyň absolýut beýikligi, şu nokatdan deňiziň üstüne çenli asma çyzygyň uzynlygyna deňdir. Meselem,  $A$  nokadyň absolýut beýikligi  $H_A$  çyzyk bilen  $B$  nokadyň beýikligi bolsa  $H_B$  çyzygyň uzynlygy bilen kesgitlenilýär. Adatça, her bir ýurdyň ýeriniň çägendäki nokatlaryň absolýut beýikligi, şu ýurtlaryň territoriýasynda ýerleşen dereje(urowen) üstünden yzygiderlikde kesgitlenilýär. Meselem, öňki SSSR-iň territoriýasynda nokatlaryň **absolýut beýikligi Kranşadt (Baltika deňzi) futştogynyň nuly**na baglylykda hasaplanylýar.

**Kronşadt futştogy** - bu **Kronşadt** aýlanma kanalyndaky köpriniň granit üstüne berkidilen mis reýkadyr. Reýka fin aýlagynyň suwunyň köp ýyllaryň dowamynda ölçenen ortaça üsti geçirilendir. Ine, şu çyzyga *Kranşadt futştogynyň nuly* diýilýär. Ol nokadyň beýikligi başlangyç diýlip kabul edilen. **Baltika deňiziniň** suwunyň üstüne baglylykda kesgitlemegiň alajy bolmadyk ýerlerinde, belli nokady başlangyç diýip kabul edip, nokadyň beýikligi şertli dereje üstünden hasaplanylýar we oňa **otnositel beýiklik** diýilýär.

Ýeriň üstündäki nokatlaryň *absolýut* ýa-da *otnositel beýiklikleriniň* arasyndaky tapawuda *beýgelme* diýlip, ol  $h$  harpy bilen belgilenilýär. Nokadyň absolýut beýikligini kesgitlemekde, geoid bilen ellipsoidiň arasyndaky tapawudy göz önünde tutmak zerur. Nokadyň absolýut beýikligini san bilen görkezýän mukdara, şu nokadyň *beýiklik belligi* diýilýär. *Beýikligiň anomaliýasy  $e$*  harpy bilen belgilenilýär. *Beýikligiň anomaliýasy astronomo - grawimetriki* niwelirmegiň netijesinde tapylyp, ondan geoidiň(kwazigeoidiň) şekilini kesgitlemekde peýdalanýarlar. Kiçi ýeriň territoriýasynda geçirilýän işlerde geoid bilen ellipsoidiň üstleri bir-birine gabat gelýär diýip kabul edilýär.

### 2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinat sistemalar

Tekiz gönüburçly koordinat sistemasy nokadyň ýagdaýyny tekizlikde kesgitlemäge mümkinçilik berýän ululyklardyr.

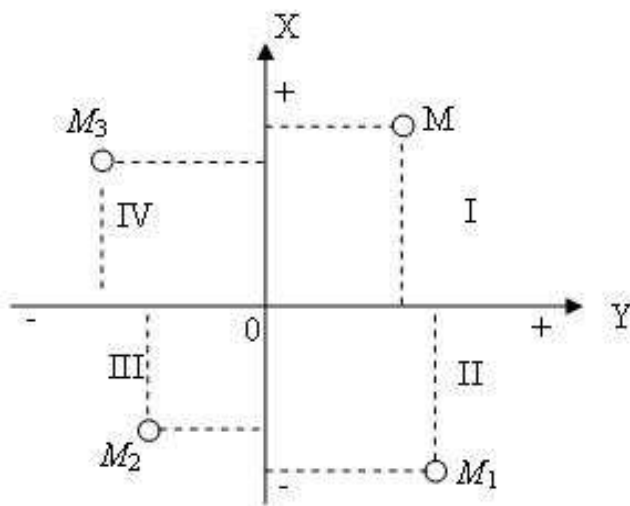
Tekiz gönüburçly koordinatlar sistemasy absissa we ordinata oklarynyň ýerleşen tekizligidir. Oklar özara perpendikulýar ugurlarda kesişýärler. Koordinata sistemasynyň merkezi bolup, oklaryň kesişme nokady hyzmat edýär (2.3-nji surat).

“*Koordinata*” latyn sözi bolup, **co-bilelikde, ordinates-tertipleşdirilen** diýmekdir.

Absissa hem latyn sözi bolup, “*kesilip alnan*” diýen manyda türkmen diline terjime edilýär. Ony ilkinji bolup nemes matematigi **G. W. Leybins 1665-nji ýylda** girizipdir. Koordinatlar merkezini **0-y 1679-njy ýylda Lagir** girizýär.

**X** absissa oky meridianynyň ugry bilen, emma **Y** ordinata oky bolsa paralleleriň (ekwatoryň) ugry bilen gabat getirilmek arkaly alnandyr. Sistemada

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 otisatel 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).

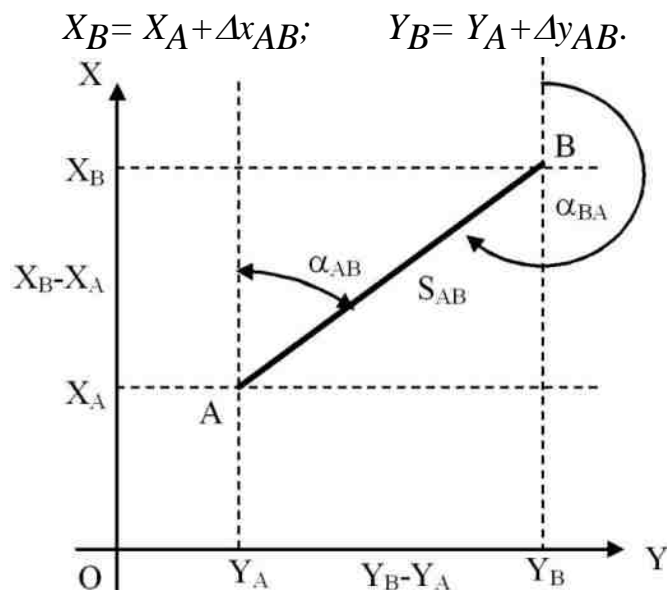
Eger-de B nokadyň koordinatlaryny, A nokadyň gönüburçly koordinatlary, çyzygyň uzynlygy ( $AB$ ) we oriýentirleniş burçy belli bolsa, onda hasaplap tapmak mümkin. Hasaplamagy aşakdaky formulalary ulanmak bilen geçirýäris:

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

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 gipetezunasynyň üsti bilen kesgitläp bileris. Bu ýerde  $S_{AB}$ —çyzgyň gorizont al 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<br>çärýekleri | Koordinat oklary |             |
|--------------------------|------------------|-------------|
|                          | Absissa(X)       | Ordinata(Y) |
| I                        | +                | +           |
| II                       | -                | +           |
| III                      | -                | -           |
| IV                       | +                | -           |

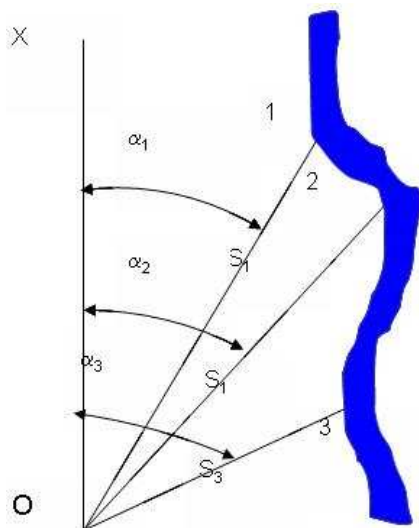
Nokatlaryň gönüburçly koordinatlar artmasyny hasaplanda, trigonometriki funksiýalaryň alamatlaryny hasaba almak zerurdyr.

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.

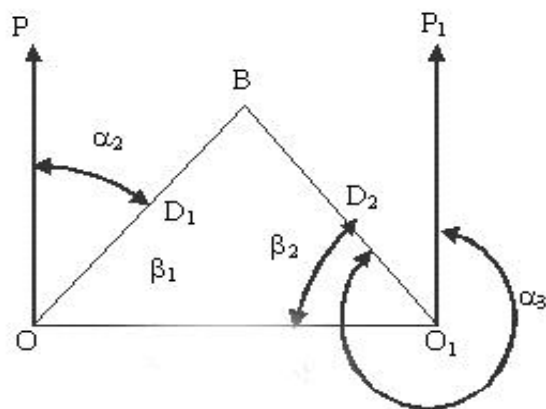


2.5-nji surat. Polýar koordinatlar sistemasynyň shemasy.

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 gurlup 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 ölçeyji 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 oriýentir 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 radiopolengirlemekde 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) otnositellikde 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 oriýentirleniş burçy(direksion burç ýa-da azimut) berlen bolsa ahyrky nokadyň gönüburçly koordinatlaryny kegitlemäge esaslanýar.

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

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

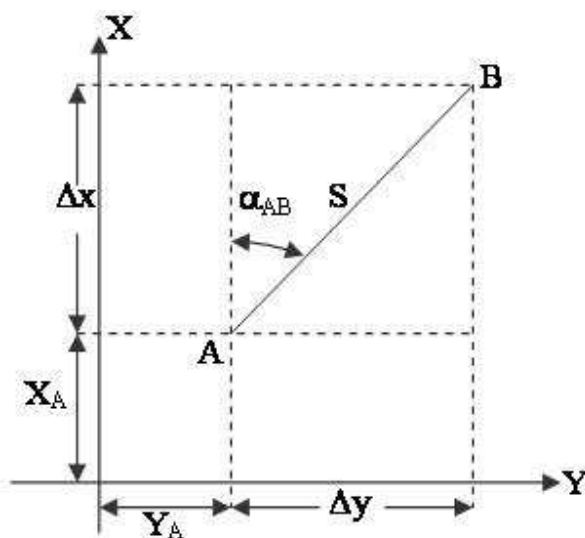
Bu ýerde  $S$  - çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy, metrde;  $\alpha(A)$ -çyzygyň direksion burçy(azimuty), gradusda.

Ahyrky nokadyň gönüburçly koordinatlary aşadaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$X = X_o \pm \Delta x \quad \text{we} \quad Y = Y_o + \Delta y.$$

Bu ýerde  $\Delta x$  we  $\Delta y$  - çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasy, metrde;  $X_0$  we  $Y_0$  - başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlary, metrde.

**1-nji mysal.** Başlangyç A nokadyň gönüburçly koordinatlary  $X_A=+2120,80$  m,  $Y_A=-509,25$  m, çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $S_{AB}=462,80$  m we çyzygyň direksion burçy  $\alpha_{AB}=115^\circ48,5'$  belli bolsa, onda ahyrky(B) nokadyň gönüburçly koordinatlary hasaplanylýar (2.7-nji surat).



2.7-nji surat. Göni we ters geodeziki mysaly çözmegiň shematiki çyzgysy.

Ilki bilen çyzygyň gönüburçly koordinatlar artmasyny aşakdaky ýaly hasaplap çykarýarys:

$$\Delta x_{AB} = 462,80 \times \cos 115^\circ48,5' = 462,80 \times (-0,43544) = -201,52 \text{ m};$$

$$\Delta y_{AB} = 462,80 \times \sin 115^\circ48,5' = 462,80 \times 0,90022 = +416,62 \text{ m}.$$

Ahyrky(B) nokadyň gönüburçly koordinatlary aşakdaky formulalaryň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$X_B = 2120,80 + (-201,52) = 1919,28 \text{ m};$$

$$Y_B = (-509,25) + 416,62 = -92,63 \text{ m}.$$

onda, **B** nokadyň gönüburçly koordinatlary  $X_B=1919,28$  m we  $Y_B=-92,63$  m bolar.

Mysaly çözmekde *EHM-lerden* peýdalanmak amatlydyr, onuň **BASIC** dilinde düzülen programmasy aşakdaky ýaly berilýär:

10 rem “Göni geodezik mysaly çözmek”

20 def fnm (X)=fix(x/100)+(x/100-fix(x/100))/0.6

30 input A, B, X0, Y0, PI

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 tapalyň:

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

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.

Ilki 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:

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

Çyzygyň uzynlygynyň hasaplanyşynyň dogrulugyny barlalyň. Onuň üçin trigonometriki formulalary ulanallyň we hasaplamany aşakdaky ýaly geçireliň:

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

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=fnm(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 ýeriň 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 koordinatlar hasaplamak ýa-da tersine gönüburçly koordinatlar boýunça geodeziki koordinatlar 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 kilometrdäki bahasy;  $N$  - zonanyň tertibi;  $Y$  - nokadyň ordinatasynyň kilometrdäki 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 sistemasyna 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 uzaklygy  $L=40^\circ$  baha deň bolar.

## 2.6. Halkara koordinatlar sistemalary

Kartalaşdyrmakda ylmy we amaly meseleleri çözmek üçin geodeziki koordinatlar sistemasy girizýärler. Bu ýerde: **umumyýer** – ähli planetalar we **referens** – aýratyn regionlar ýa-da döwletler üçin ulanylýan görnüşlerini bellemek bolar.

**Umumyýer koordinatlar sistemasy** – global meseleleri çözmek we kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar. Olardan: Ýeriň formasy, daşky grawitasion meýdany, şeýle-de Ýer polýuslarynyň wagta görä üýtgemegi, Ýeriň öz okunyň daşyndan deňdäl aýlanmagy, Ýeriň grafitasion meýdanyny kesgitlemek we kosmos apparatlaryny dolandyrmak üçin ulanylýar. Şu maksat üçin **planetar modeli** – ellipsoidiň aýlanmasy döredilýär. Ýer ellipsoidi özüniň ölçeglerini (parametrini), massasyny, aýlanmagyň burç tizligini we ş.m. ýeriň parametrlerine has ýakyn bolan **fundamental parametrlerini** hem alýar. Modeliň töweregindäki grawitasion meýdany we onuň üstündäki agyrlyk güýjüniň dartylmagyna hem-de merkeze ymtylýan güýje deň täsirlidir. Bu bolsa Ýerde we oňa ýakyn giňişlikde hakyky bar bolan güýje ýakyndygyny görkezýär.

Ýeriň fundamental parametrlerine elektromagnit tolkunlarynyň wakumda ýaýramak tizligi hem degişlidir. Bu ýerde aralygy ýagtylyk ýa-da radio tolkunlarynyň tizliginiň, şu aralygyň geçilen wagtyna köpeltmek bilen kesgitlemek bolar. Bu tizligiň kemelmegi ýa-da köpelmegi geometriki aralygyň kemelmegine ýa-da köpelmegine getirýär. Şonuň üçin hem elektromagnit tolkunlarynyň tizligini, Ýeriň üstünde islendik gurmalar (postroyeniýe) üçin ýeke-täk çyzykly masştabda alýarlar.

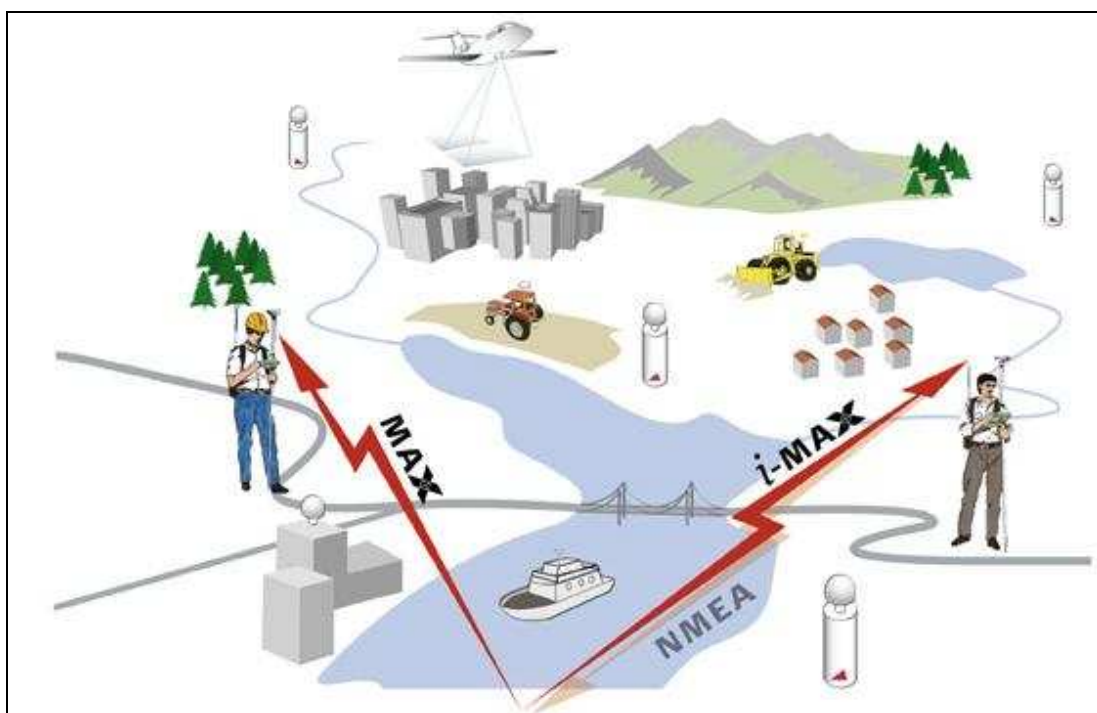
Umumyýer ellipsoidinde giňişlik görnüşburçly koordinatlar **X**, **Y** we **Z** ellipsoidiň merkezi nokadynda başlangyç hökmünde berilýär. Bu ýerde **Z** ok, Ýeriň aýlanma okunyň ugruna, emma **X** absissalar oky, başlangyç **Grinwiç** meridiany bilen ekwatoryň kesişme nokadynda we **Y** oky bolsa sag sistemany emele getirip ýerleşdirilendir.

Ýer gabygyny koordinatlar sistemasynda oriýentirlemek üçin ellipsoidiň başlangyjyny, Ýer massasynyň merkezi nokady, başlangyç meridiany bolsa **Grinwiç** meridiany bilen gabat getirilýär. Emma, aýlanma okuny demirgazyk şertli polýusa tarap, käbir bellenen (fikisrlen) ortaça ýagdaýa ugrukdyrylýar. Bu bolsa, wagtyň geçmegi bilen Ýer gabygynyň ýylдыzlara otnositellikde belli aralyga süýşmegi bilen baglanyşyklydyr. Şular ýaly şertli polýus **Halkara şertli başlangyç** adyny alýar. Şonuň bilen birlikde, geosentriki **Grinwiç** koordinatlar sistemasy goýulýar.

Amaly ýagdaýda geosentriki Grinwiç koordinatlar sistemasyny döretmek meselesi durýar. **Geodeziki tor** – bu geodeziki punktlaryň toplumu bolup, olaryň ýagdaýy geodeziki ölçegleriň netijesinde ýeke-täk koordinatlar sistemasynda kesgitlenilendir.

Her bir punkt ýeriň üstünde ýa-da kosmos apparatynda berkidilýär. Olar tekizlikde **X** we **Y** koordinatlar, emma onuň beýikligi **Z** oky alýar. Bu ululyklar,

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 görnüşburçly 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 koordintaltar

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 pozisionirlemegiň hemrally 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 gelýär.

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 ahyrlarynda 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 däp - dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen territoriýada islendik topogrofo - 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 özleriniň regional referens koordinatlar sistemasyny döretmekde **umumyýer** sistemasynyň parametrlerini ulanjak bolup çalyşýarlar. Meselem, Demirgazyk Amerikanyň referens koordinat sistemalary bolan **NAD-83** (*North American 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 hasaplanýlýar. Emma olaryň ählisi özleriniň 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* (gürlendirilen) 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 hojalygynda 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 kesgitlenilişini, şeýle-de dürli görnüşli takyk binalaryň deformesiýalarynyň kesgitlenilişini 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.

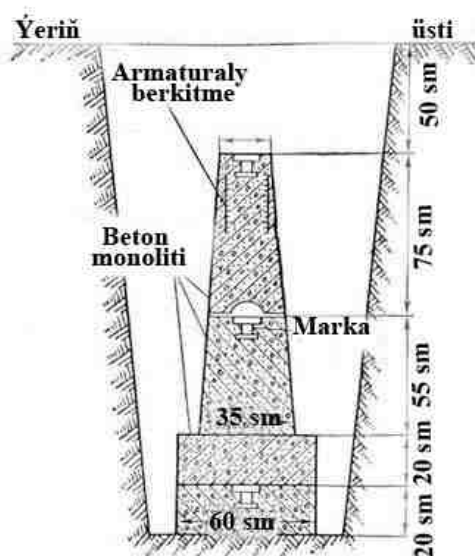
**Köpeldilen geodeziki torlar** 1:500-1:5000 masştably topografiki planlary hem-de gurluşyk geçirilýän meýdançalarda ýerine ýetirilýän geodeziki işleri amala aşyrmaga we netijeleri barlamak üçin esas bolup hyzmat edýär.

**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 peýdalanylyp tapylýar.

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

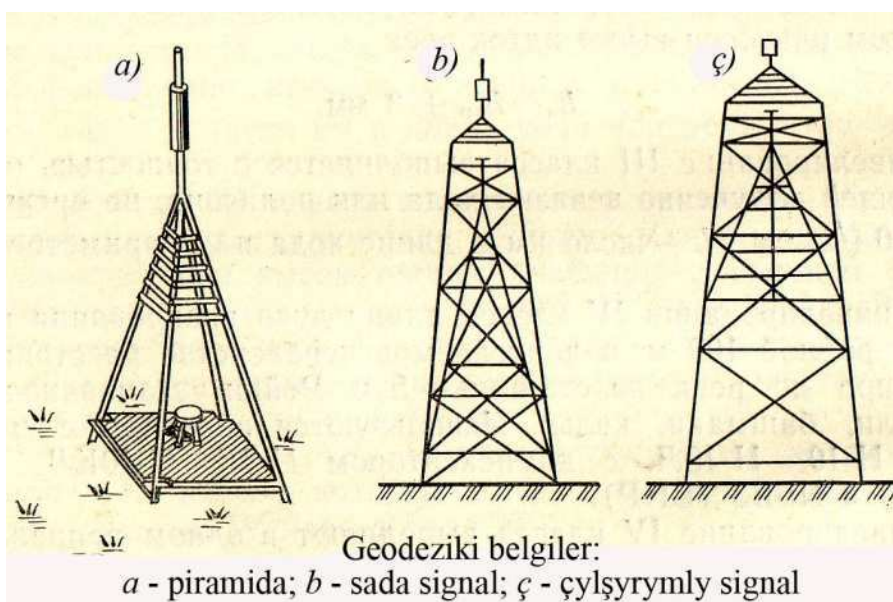
Geodeziki daýanç torlar punktlarynyň ähmiýetine, olardan peýdalanylyşyna seredilip bellenilýär. Döwlet geodeziki beýiklik torlarynyň punktlary köp wagtlap

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



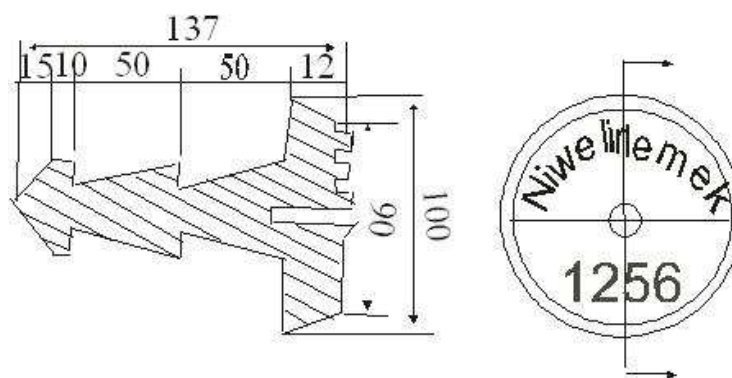
3.1.1-nji surat. Geodeziki merkez.

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 üstünde **50 sm** çuňlukda gömülmegi 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* ornaşdyrylýär (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 metrden 40 metre* çenli bolýar. Piramida we signallar agaçdan ýa-da metaldan ýasalyp, gurluşy ýönekeý we çylşyrymly signallar görnüşinde ýeriň üstüne berkidilýär.



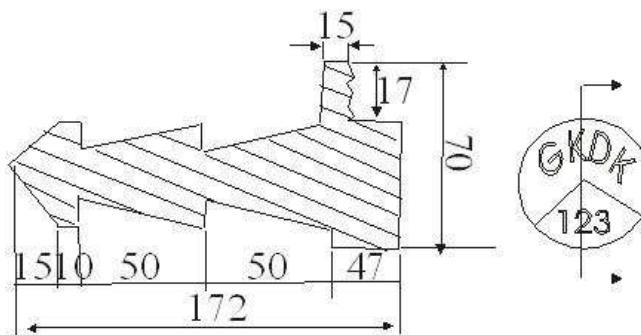
3.1.3-nji surat. Geodeziki beýiklik punkty (marka).

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 takykdaky 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 göterilen 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 gorizont alýagdaýynda ýerleşdirip, ýörite markaly sement bilen berkidilýär. Markanyň diwardan çykyp duran kesiminiň ortasynda *4 mm* kesilen deşik bolýar. Niwlirlemek wagtynda şu deşiğiň merkeziniň absolýut beýikligi kesgitlenilýär.

Reperleriň binalaryň diwarlaryna we topraga ornaşdyrylýanlary bolup, olara **diwar** ýa-da **toprak** reperleri diýlip atlandyrylmak bilen bir-birinden tapawutlandyrylýär. Reperler binalaryň diwaryna ýa-da gaýalara *0,5-0,6 m* beýiklikde ornaşdyrylýär. 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.

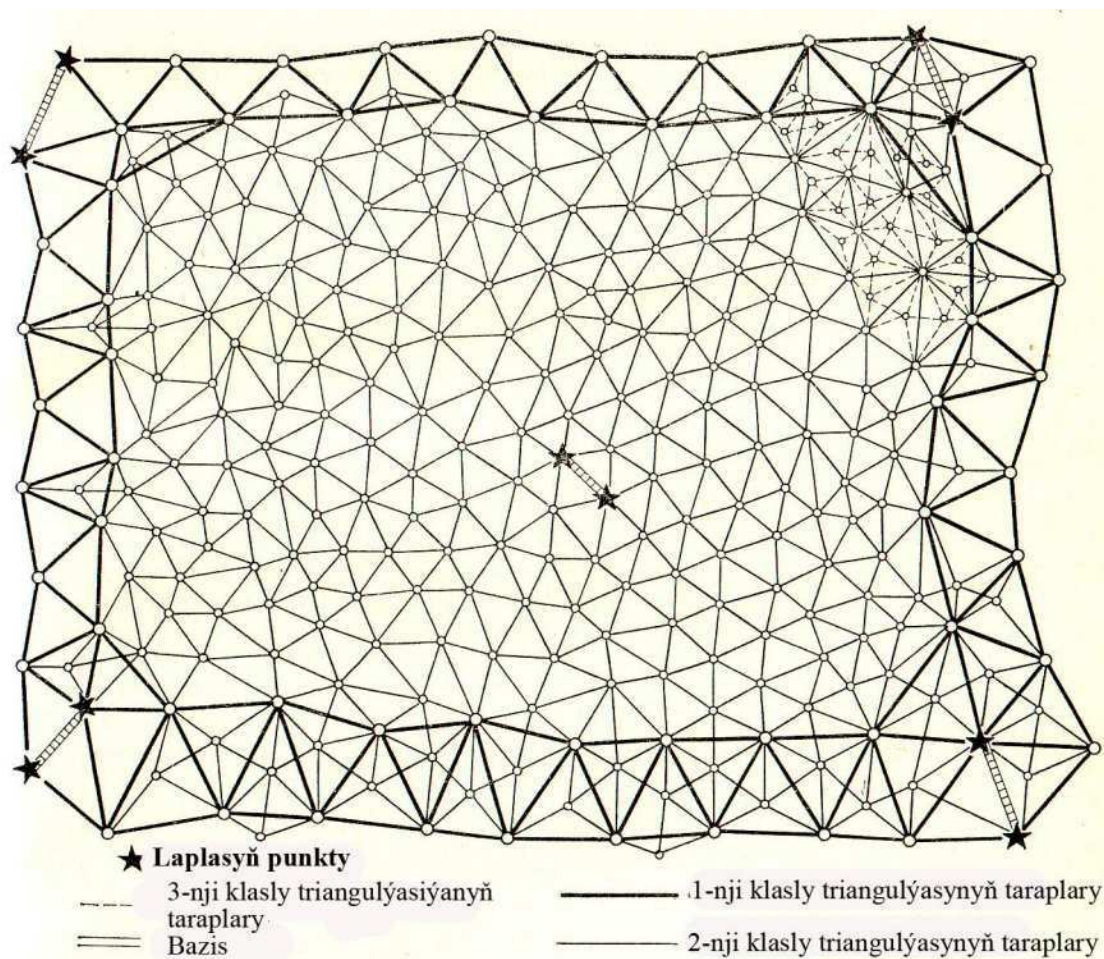
### 3.1.3. Geodeziki daýanç torlary döretmegiň usullary

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-ölçeyärin bolup*, türkmen dilinde “*köp burç ölçeyärin*” diýmekdir. Trilaterasiýa sözi hem gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline “*üç tarap ölçeyärin*” 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 takyklyk talap edilmeyän ýerlerde (meselem, 1:10000 we ondan uly kiçi masştably kartalary almakda) ýa-da geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň beýleki usullaryndan peýdalanylýan bolmaýan 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 gelýän punktlar çyzyk bilen birleşdirilse tor emele gelýär. Hatar ýanaşyk üçburçluklardan ybarat bolan tora triangulýasiýa (3.1.5-nji surat), eger-de ýapyk döwuk çyzyklardan, yagny köpburçlyklardan ybarat bolsa, onda *poligonometriýa* tory diýlip aýdylýar.



3.1.5-nji surat. Döelet geodeziki torlarynyň görnüşleri.

**Triangulýasiýa usuly ýeriň üstünde** (köplenç açyk 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 usulyňa meňzeş ýeriň üstünde ýatyrylyp, diňe ölçenilýän ululyklary bilen bir-birinden tapawutlanýar. Trilaterasiýa usulynda diňe üçburçluklaryň 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                                |

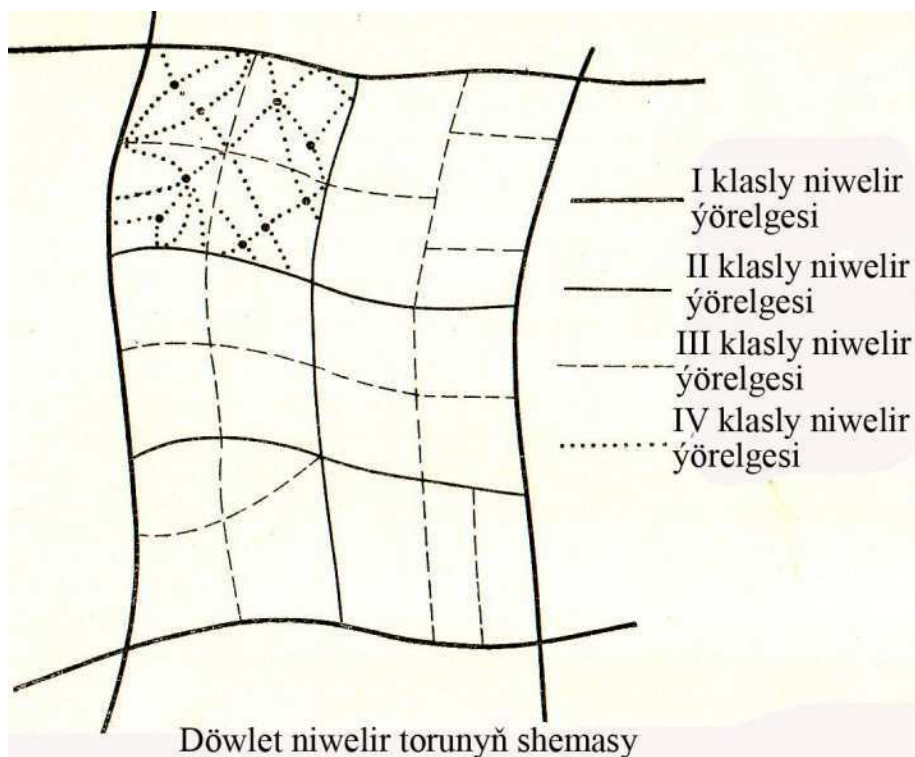
**Kronşadt futştogynyň** nuly birnäçe gezek buzuň üstünde niwelirmek arkaly materik bilen birleşdirlendir. Şonuň üçin hem häzirki Rossiýanyň

**Lomonosow** şäherinde, hemişelik markaly nokatlar berkidilendir. 1930-nji ýylda meňzeş niwleirlemegiň in 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 kesgitlenilýar.

Şonuň bilen birlikde, öňki SSSR-iň kenar ýakasyny ýuwýan deňizleriň nul futştoklarynyň beýikligi kesgitlenilýar. 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 ýalňyşlyk 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 niwelirleme **II** klas niwelirleme 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  $\pm 5 mm$ -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:

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

Orta kwadrat çäkli ýalňyşlygy her bir kilometr ýörelge üçin  $\pm 10$  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:

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

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 reperiniň tertibi, tipi, ýerleşen ýeriniň abrisi, başlangyç repere ýa-da marka çenli bolan aralyk we Kronştadt futştogyndan 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 Býurosunda* saklanylýar. Galan *metr - prototipler* bolsa bize atmagyň esasynda döwletlere paýlanyldy. Russiýa bolsa şol döwürde iki sany metr - prototip gelip düşýär. №11 metr - prototipi

Possiýanyň Ylymlar Akademiýasynda saklanylýar. №28 metr -prototip bolsa Possiýanyň metereologiýa ylmy - barlag institutynda saklanylýar.

**1960-nji ýylda** agramlaryň we ölçegleriň Esasy konferen-siýasynda bütewi hemmetaraplaýyn ulgamy girizmek barada karar kabul edilýär. Oňa **Halkara Birlikler Sistemasy(HBS)** diýilýär. Bu ulgamda hem uzynlyk birligi hökmünde **1 metr** (m) alynýar.

**1983-nji ýylyň** Oktýabr aýynda *HBS-da* metriň täze kesgitlemesi kabul edildi. **Metr(m)** tekiz elektromagnit tolkunlarynyň wakumdan  $1:299792458$  sekuntda geçilendäki aralygyna deňligi kesgitlenildi.

**Uzynlyk ölçegleriniň birlikleri:**  $1000\text{ m}-1\text{ km}$  (kilometr);  $0,1\text{ m}-10\text{ dm}$  (desimetr);  $0,01\text{ m}-1\text{ sm}$  (santimetr);  $0,001\text{ m}-1\text{ mm}$  (millimetr) bolup durýar.

Halkara birlikler sistemasynda tekiz burçlary ölçemegiň birligi hökmünde *radian (rad)* kabul edildi.

**Radian** - bu iki radiusyň arasyndaky burç bolup, onuň dugasynyň uzynlygy radiusynyň uzylygyna deňdir. Radian bilen birlikde burçy graduslarda (gradus birliginda) ölçemek hem geçirilýär. Gradus ( $1^\circ$ ) göni burçyň  $1/90$ -dan bir bölegine deňdir.  $1\text{ minut}-1'$ ;  $1\text{ sekunt}-1''$  bahalara deňdir.

$$1^\circ=60'=3600''; 1'=60''.$$

Radian we burç ululyklarynyň arasynda aşakdaky ýaly arabaglanyşyk saklanylýar:

$$1\text{ rad}=57.3^\circ=3438'=206265''.$$

*Meýdan ölçegleriniň birlikleri* - kwadrat birlikleri: metr kwadrat ( $\text{m}^2$ ), kilometr kwadrat( $\text{km}^2$ ), desimetr kwadrat( $\text{dm}^2$ ), santimetr kwadrat( $\text{sm}^2$ ), millimetr kwadrat( $\text{mm}^2$ ) hyzmat edýär. Ýer üstüniň uçastogynyň meýdanyny kesgitlemek üçin ölçegiň *gektar* (ga) we *ar* birlikleri ulanylýar.

$$1\text{ ar} = 100\text{ m}^2; 1\text{ ga}=10000\text{ m}^2.$$

Wagty ölçemegiň birligi *sagat, minut we sekunt(s)*, massany - *kilogram (kg)*, güýji - *nyuton(N)*, basyşy - *paskal(Pa)*, temperaturany - *kelwin(K)* we ş.m. ulanylýar.

Periodiki yrgyldynyň ýygylgyny ölçemegiň birligi (modullar üçin) we elektromagnit yrgyldylary üçin *gers (Gs)* kabul edilendir.

$$1\text{ MGs}=10^6\text{ Gs}.$$

## III.2. DEŇLEŞDIRME HASAPLAMALARY

### 3.2.1. Plan almagyň ýoluny gurmak

Planly geodeziki surata almagyň torlary, dürli masştabdaky plany almagyň önümçiligini geçirmekde, zerur bolan geodeziki zynjyryň punktlarynyň köplügini ýeterlik derejede üpjün etmek maksady bilen ulanýarlar. Şonuň ýaly-da, olar gurulýan islendik taslamany kartografiki önümleriň esasynda gurmak we ony ýere geçirmekde gerek bolan takyklygy almaga esas döredýär.

Ýeriň üstünde plany almak esasly geodeziki torlar, döwlet geodeziki daýanç ýa-da köpeldilen torlarynyň punktlaryna, mikrotriangulýasiýa, diagonalsyz dörtburçluklaryň zynjyry, teodolit we menzula ýörelgelerini ýatyrnak hem-de dürli görnüşli kesişmeleriň üsti bilen gurulýar.

Planly almak esasly toruň punktlary ýeriň üstünde, adatça wagtlaýyn belgiler bilen: demir ýol düşeginiň metal bölegi, agaç sütün görnüşli metalyň bölekleri ýa-da dürli görnüşli standart gazyklar bilen berkidilýär.

Eger-de ýeriň üstünde plany almagyň tory özbaşdak geçirilen bolsa, onda onuň punktlaýynyň başdan bir bölegi toprak ýa-da diwar poligonometriki reperleri görnüşinde hemişelik belgiler bilen berkidilýär. Hökmany berkidilmeli punktlar bolup: koordinatlary ýokary derejeli geodeziki torlaryň punktlary hökmünde ýeriň üstüne geçirilýän bolsa alynýar. Şonuň ýaly-da, direksion burçy geçirilýän çyzyklaryň ahyrky we başlangyç punktlary boýunça alynýan bolsa ulanylýar.

Planly almak esasly geodeziki toruň punktlaryna beýiklik esasy tehniki ýa-da trigonometriki niwelirmek ýörelgesini geçirmek bilen berilýär.

Plan almagyň torunuň punktlarynyň gürlügi, geçirilýän işiň maksadyna we surata almagyň masştabyna, ilat ýaşaýşynyň gürlüğine, şol ýeriň özleşdirilişine, sudurlaryň gürlüğine we ş.m. baglydyr. Surata almagyň masştabyna baglylykda berkidilen punktlaryň sany  $1 \text{ km}^2$  ýerde: 1:25000 masştably plany almakda 1; 1:10000 - 3; 1:5000 -10 we 1:1000 masştably plany almakda 15 punktdan az bolmaly dälär.

Her bir obýekt üçin, surata almagyň masştabyna baglylykda üç punktdan az bolmadyk planly geodeziki toruň punktlary alynýar.

### 3.2.2. Bir düwünli nokatdan surata almagyň toruny deňagramlaşdyrmak

Surata almagyň toruny guranda, adatça, birnäçe berlen punktlaryň arasyndaky ýörelgeler(ýollar), bir nokatda kesişer ýaly görnüşinde alynýar. Bu nokady *düwünli* nokat diýip atlandyrmak kabul edilendir.

Şular ýaly ýörelgeleriň ulgamyny deňagramlaşdyrmakda (3.2.1-nji surat) 4-6 baglaýjy çyzygy alyars. Bu çyzygyň bir tarapky nokady(4) düwünli nokatdyr. Surata almagyň ýörelgesini(ýoly) deňagramlaşdyrmagy aşakdaky tertipde geçirýäris:

A'A, B'B, C'C berlen çyzyklaryň direksion burçlary we  $N_1$ ,  $N_2$  we  $N_3$  ýörelgeleriň taraplarynyň arasyndaky ölçenen gorizonta burçlar boýunça 4-6-njy

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

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

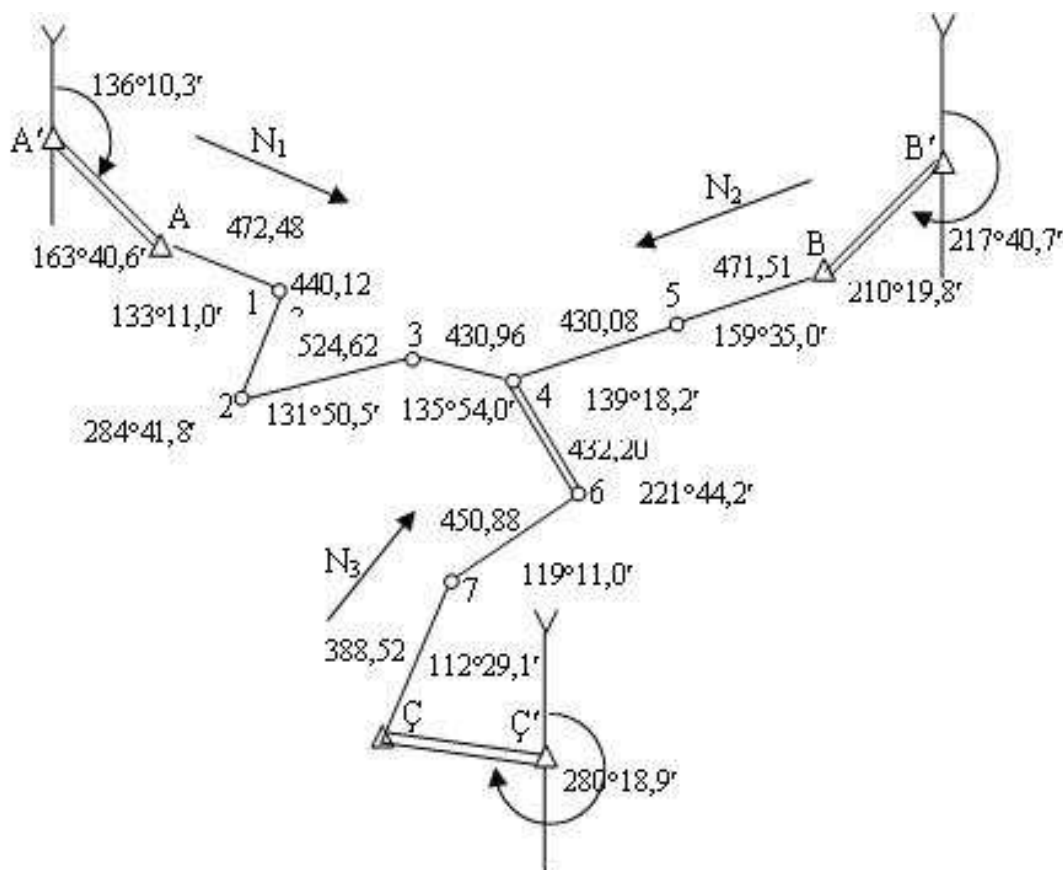
$N_2$  ýörelge üçin:

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

$N_3$  ýörelge üçin:

$$\alpha_{6-4} = \alpha_{n-1} + 180 \cdot n - \sum \beta = 280^\circ 18,9' + 540^\circ - 453^\circ 24,3' = 366^\circ 54,6'$$

$$\text{ýa-da } \alpha_{4-6} = 366^\circ 54,6' - 180^\circ = 186^\circ 54,6'$$



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 alarys. Kesgitlenen direksion burçlaryň *agramly orta bahalarynyň* ( $\alpha_{Baglan}$ ) tapylyşyny 3.2.1-nji tablisadan görýärsiňiz.

Baglanyşdyrýan 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:

$$f_{\beta-i} = a_i - a_{baglan}$$

Eger-de alnan burç ýalňyşlyklary goýberilýän bolsa ýa-da belli bir çäkten 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, $v_i$ | $\varepsilon$ | $\varepsilon \cdot p$ | $v$  | $p \cdot v$ | $p \cdot v^2$ |
|---|---|--------------|---------------|-----------------------|------|-------------|---------------|
| 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          |

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

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

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  $X_{düzün}$  we  $Y_{düzün}$  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 aşakdaky ýaly berilýär:

$$P_i = \frac{n}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

ýaly aňladýarys.

Düwünli nokadyň we berlen punktlaryň koordinatlarynyň arasyndaky koordinatlar artmasyny deňagramlaşdyrmaklyk edil eke-täk ýörelgedäki ýaly geçirilýär.

Bir düwünli niwelir ýörelgesini deňagramlaşdyrmak, ýokarda görkezilen tertip boýunça geçirilýär. Ilki bilen her bir ýörelge boýunça baglanyşdyryjy nokadyň beýikligi hasaplanylýar. Ol aşakdaky formulanyň kömegi bilen geçirilýär:

$$H_i \text{ baglan} = H_i \text{ berlen} + \sum h_i$$

Soňra, ähli ýörelge boýunça beýikligiň agramly bahasyny tapýarys. Agram görnüşinde ýörelgäniň uzynlygyna ters proporsional bahany alýarys. Ýörelgäniň uzynlygyny kilometrde ýa-da kilometriň onluk ülsünde alýarys we aşakdaky ýaly ýazýarys:

$$p_i = \frac{1}{L_i}$$

Ondan soňra, ýörelgedäki berlen we düwünli punktlaryň arasynda ýerleşen nokatlaryň beýikliklerini hasaplaýarys.

### 3.2.3. Analitiki torlar

Çylşyrymly relýefli we ölçemek üçin kyn bolan ýerlerde teodolit ýörelgesiniň ýagdaýyny analitiki torlary geçirmek bilen kesgitlemek bolar. Analitiki torlar adatça, ýanaşyk üçburçluklar görnüşünde bolýar. Olar ýokary derejeli torlaryc iki tarapyň ýa-da mahsus ölçenen bazisleric arasyndan geçirilýär. Toruc taraplarynyc uzynlygy 150 m-den gysga, üçburçluklaryc içki burçy 30°-dan kiçi we 150°-dan uly bolmazlyk şerti bilen alynýar.

Iki bazisli çyzyklaryň arasyndan geçirilen analitiki toruň üçburçluklarynyň sany, plan almagyň masştabyna baglydyr. Meselem, 1:5000 masştabda plan almakda üçburçluklaryň 20, 1:2000 masştabda 17, 1:500 masştably plan almakda bolsa 10 sanysyndan köp bolmazlygy zerurdyr. Üçburçluklaryň sany ýediden köp bolmasa, bazisiň uzynlygy 1:5000 takyklykda, ýediden köp bolsa, onda 1:10000 takyklykda ölçenilýär.

Teodolit ýörelgäni geçirmek wagtynda nähili işler, haýsy tertipde geçirilse, analitiki torlary geçirmekde teodolit ýörelgesiniň taraplary, bazisli çyzyklaryň uzynlyklary bilen bilelikde ölçenilýär.

Analitiki torlaryň taslamasyny düzmekde we rekognessirovka geçirilýän wagtynda, işlere teodolit ýörelgesini geçirmekdäki ýaly talaplar goýulýar. Şonuň bilen birlikde, üçburçluklaryň depelerinden bir-biriniň görünmegi hem talap edilýär. Şonuň üçin analitiki toruň punkty bolup, nokatda ornaşdyrylan çelginiň düýbi görünýän açyk we beýik ýerler alynýar. Analitiki toruň punktlary geçirilende, ýerde teodolit ýörelgesiniň nokatlaryndaky ýaly işler geçirilýär.

Analitiki toruň gorizonta burçlary  $30''-1'$  takyklykda, tehniki teodolitler bilen doly usulda (priýomda) ölçenilýär. Üçburçluklaryň içki burçlary hem ölçenilýär we şol wagtda, duran ýerinde olaryň dogry ölçenenligi barlanylýp görüldü. 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 uzakölçeýjisi, aralyk ölçeýjisi (dlinomer) ýa-da polat simleri ulanylýar.

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

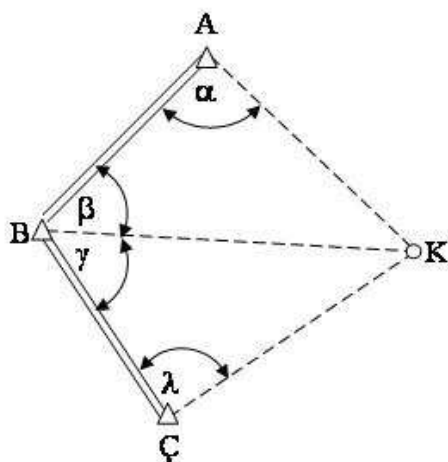
1-nji we 2-nji derejeli analitik torlary triangulýasiýa usulynda açyk we ýapyk ýerlerde triangulýasiýa we poligonometriýa punktlarynyň aralygyndan geçirilýär. Olar aýry we hatar üçburçluklar ýaly birnäçe üçburçluklardan ybarat bolýar. Köplenç ýagdaýda iki bazisiň aralygyndan geçirilen hatar üçburçluklar 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 görünýän 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 kesgitlelenilmegi gerek bolan punktdan 3.2.2-nji surat) koordinatlary belli bolan  $A$ ,  $B$ ,  $C$  punktlary görünýär 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 esaslanyp  $K$  punktyň gönüburçly koordinatlary kesgitlenilýär. Bu işi amala aşyrmak maksady bilen aşakdaky işler geçirilýär:



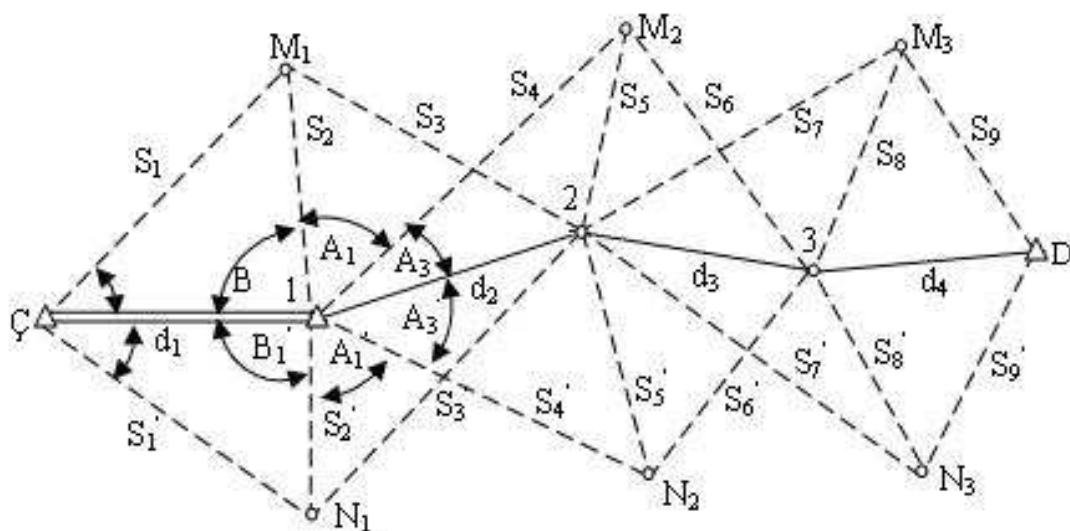
3.2.2-nji surat. Geodeziki kesişdirmek usuly.

-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 ölçegde 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 ( $C, 1, 3, 3$  we  $D$ ) durup, gorizonta burçlary ( $A_1', A_2', A_3', A_4'$ ) we ş. m. ölçenilýär. Meselem, derýanyň kenaryny boýlap  $C$  we  $D$  punktlarynyň aralygyndan magistral ýörelge geçirilen, şu derýanyň iki tarapynyň planyny almak üçin tory emele getirmek gerek diýeliň. Şu maksatda:

1) derýanyň kenaryny boýlap 1, 2, 3 punktlarynyň birnäçesinden görünýän 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)  $C-1$  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 hasaplanylýär. 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,  $CN_1I$  üçburçlukdan  $d_2$  tarapdan hem-de  $A_1'$  we  $B_1'$  burçlaryň bahasyndan peýdalanyň  $S_1'$  we  $S_2'$  taraplaryň uzynlygy kesgitlenilýär.  $IM_12$  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.  $IN_12$  üçburçlugyň bahasyndan hem şular ýaly elementler hasaplanyp çykarylýar.

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

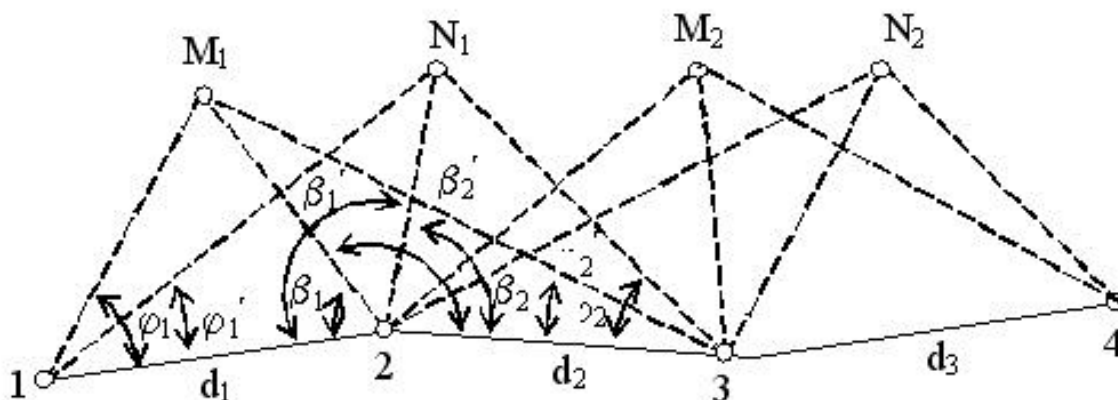
$$d_2 = d_1 \cdot \sin A_1 \cdot \operatorname{Cosec}(A+B_1) \cdot \sin(A_2+B_2) \cdot \operatorname{Cosec} B_2$$

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

4) Magistral ýörelgäniň punktlarynyň gönüburçly koordinatlary, aýyk 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 tarapyň uzynlygy we şu çyzygyň direksion burçy ölçenilýär.



3.2.4-nji surat. Paralaktiki burçlary ölçemegiň shemasy.

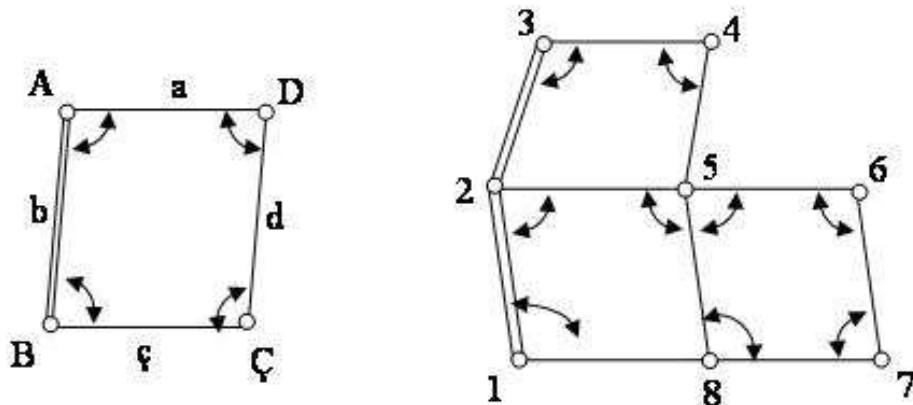
**Paralaktiki burçlary geodeziki kesişdirmek.** Bu usul binalaryň (desgalaryň) düşen ýeriniň çäginde, geodeziki daýanç torlaryny döretmek maksady bilen ulanylýar. Şu ýagdaýda magistral ýörelgä köçäniň bir tarapynda, beýlekisinde bolsa goşmaça punktlar ( $M$  we  $N$ ) belgilenilýär. Goşmaça punktlaryň 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 teodeolitleriň kömegi bilen ( $0,7''$ - $1,5''$ ) ölçenilýär. Gorizont burçlar bolsa I we II razýadly poligonometriýany geçirmekdäki ýaly takyklykda ( $5''$  ýa-da  $10''$ ) ölçemek bolar. Magistral ýörelgäniň soňky tarapyň ( $d_2$ ) 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 koordinatary hasaplanyp çykarylan direksion burçlaryň bahalaryna, başlangyç punktyň belli koordinataryna esasanyp, göni geodeziki mysaly çözmek ýoly bilen tapylýar.



3.2.5-nji surat. Diagonalsyz dörtburçluklar usulynyň shemasy.

**Diagonalsyz dörtburçluklar usuly.** Plan almagyň torlaryny diagonalsyz dörtburçluklar usulynda döretmegi, görnükli rus alymy *I. W. Zubruski* teklip etdi. Şäherlerde, şäherçelerde we obalarda plan almagyň torlaryny geçirmekde şu usuldan peýdalanmak has-da amatlydyr. Diagonalsyz dörtburçluklar usulynyň 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:

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

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

Şäherleriň çäginde plan almak maksady bilen diagonalsyz dörtburçluk usulynyň 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  $f_\beta \leq f_{\beta_{\text{goyberlen}}}$  deňsizligi kanagatlandyryýan bolsa, onda ony ters alamaty bilen ölçenilen burçlara paýlaýarys. Dörtburçlugyň taraplaryny ölçemekde, köplenç gysga bazisli poligonometriýa usulyndan peýdalanylýar. Olçegiň netijelere esaslanyp dörtburçlugyň ölçenilmedik taraplaryny, belli formulalary ulanmak bilen yzygiderlikde hasaplanylýp 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 hasaplanylýar.

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, öň 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 apparutlaryndan 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

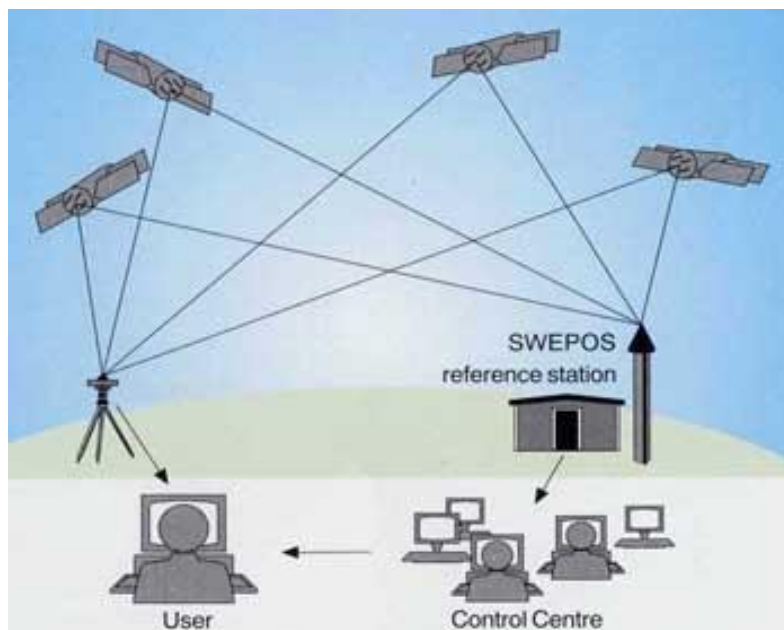
| Esasy häsiýetnamalary                              | ГЛОНАСС        | GPS    | GALILEO |
|--|----------------|--------|---------|
| Ýeriň emeli hemralarynyň sany (ätiýaçlykda)        | 24 (3)         | 24 (3) | 27 (3)  |
| Orbital tekizlikleriň sany                         | 3              | 6      | 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 koordinatlaryny 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 koordinatlaryny kesgitlemek maksady bilen ulanylýar.

**Nawigasiýa.** *GPS* serişdesi radiosignallar arkaly ulanyjylaryň priýomniginde, duran nokadynyň koordinatlaryny 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 deňeşdireniňde 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 ehlot.

Eger-de uçurylýan raketalar we ýeriň emeli hemralary bu sistemanyň mehaniki esasy we mysalary bolsa, radiotehniki we hasaplaýyş mikroelektron gurluşlar - onuň beýnisi we nerw sistemalary bolup durýar. Olar bilelikde sistemanyň teoretiki we informasion esasyny 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 gämide 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 öňündäki 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 eholot guralyny özüçe goýlan meselä baglylykda saýlap alýar. Munuň üçin eholotlaryň iň sada kysymyny ulanmak ýeterlikdir. Emma ýokary takyklykdaky ölçeg netijelerini aljak bolsak, onda eholoty öndürýän kompaniýany hem-de guralyň ýasalýş 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 gazma 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 takyklylygy 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 daýanç torlaryna berikdirmek, her bir ýer böleginiň (uçastoklaryň) burç ýagdaýyny kesgitlemek we topografiki hem-de surata almagyň beýleki görnüşlerini geçirmek wajyp bahalary alýar.



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 öňde 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 programalarynyň esasynda döredildi. Bu serişde *WM Satellite Surveying* kompaniýasynyň we *Laýka Heýer-burg AG* we *ABŞ Magnowoks* firmalarynyň bililikdäki 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 aýlanýan 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 koddä 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 görterilýän has ýönekeý görnüşleri hem bar. Olaryň kömegi bilen berlen suduryň daşyndan aýlanyp, ýeriň üstüni sanly kartada görmek bolar.

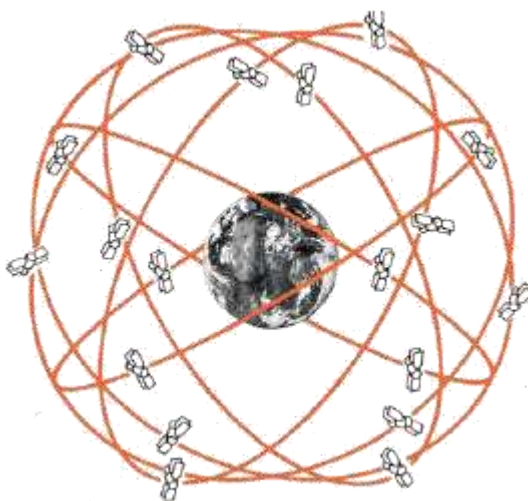
### 3.3.4. GPS serişdesiniň döremegine esas bolan baş pikir

GPS gurallarynyň segmentleri we elementleri häzirki zamanyň “ýokary tehnologiýasyna” esaslanan şekilinde 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 gelýär 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 **C** 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 çözümdir. *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 ýeriňi kesgitlemek üçin, dört sany ölçeg geçirmek zerurdyr.

- Eger-de dogry bolmadyk çözüwi aradan aýyrsak, üç ölçeg ýeterlikdir.

- Ýene-de bir ölçegi geçirmek tehniki sebäplere görä zerurdyr.

**Ikinji 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 wagtyňy 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 wagtyňy 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 0.000000001 sekunda deňdir.

Radiosignalyň geçen wagtyňy 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 wagtyňy

göryäris. Kodly signallary goýbermegiň artykmaçlygy wagtly hereketiň ölçenilmegini howanyň islendik wagtly 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 impulslaryň 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 wagt aralygyny ölçemege esaslanýar.

- Hemra we kabul ediji şol bir wagtyň özünde, şol bir pseudotötänleýin radiosignallary generirlemäge ukyplydyr. Ol umumy wagt birliginde geçirilýär(hemralaryň ýeriň üstünden uçuş beýikligi takmynan 20200 kilometrdur. 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 paylanandyr).

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

**Üçünji pikir** -bu has kämilleşdirilen wagt baglanyşdyrylmagy. Eger-de hemra we kabul ediji sinhronlaşdyrylan ýagdaýdan *0.01 sekunt* gyşarsa, onda ölçegde goýberlen ýalňyşlyk *2993 metre* deň bolar. Şu ýagdaýda meseläniň bir tarapyny, 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 ABŞ 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 wagty ölçemegi üpjün etmekdir. Emeli hemralaryň her biriniň agramy takmynan *900 kg*, uzynlygy *7.84 metr* we radiusy *1.35 metr* bahalarda bolýar.

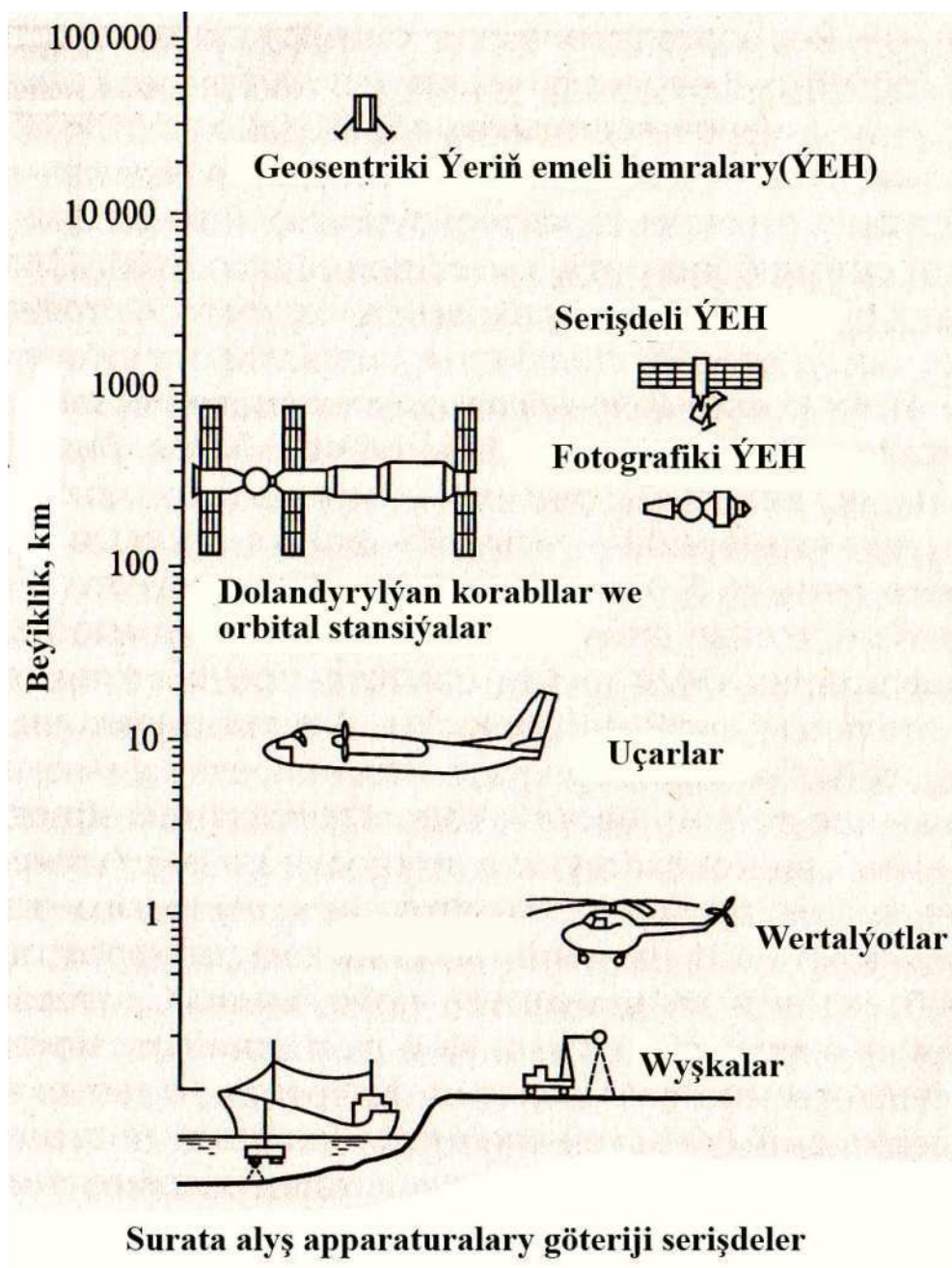
Emeli hemralaryň her birine çenli aralygy ölçemek maksa-dy bilen, üç ölçegi geçirmek we nokadyň ýagdaýyny üç ölçegli giňişlikde kesgitlemek mümkin. Emma dört sany ölçeg kabul edijiniň hasap böleginiň degişlilikde, nätakyk hereketini aradan aýyrýar.

*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 degişli diýip alalyň, emma wagty 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 ýeterlikdir.

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 ulanýarys diýip pikir etsek, onda **Ç** hemra gözegçiniň ýerleşýän hakyky nokadyndan 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 üçburçlugyň 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 ölçeğerde) aýyrmakdan (ýa-da goşmakdan) başlaýar. Kompýuter ähli ölçeğerleriň wagtyň töwerekleriň bir nokatda “*kesişmegini*” gazanýança, wagta düzedişleri girizmegini dowam etdirýär.

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

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

*Şeýlelikde:*

- 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 ölçeği 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 traýektoriyasy 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 günün 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 ölçeýji kodly signallary hemradan yzygiderli Ýeriň üstüne goýberýär.

*GPS-iň* hemralary diňe psewdotötänleýin aralygy ölçeýji 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 kesgitlenmegi üçin goýberýär.

*Şeýlelikde:*

- Öz koordinatlaryny 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 gysarmasyny ölçeýär we olar baradaky maglumatlary hemradan Ýeriň üstüne goýberýär.

**Bäşinji pikir:** *Signallaryň ionosferada we atmosferada saklanmagy.* Ulgam näçe kämil hem bolsa, ýalňyslyklaryň iki hili görnüşi onuň takyklygyna täsir edýär. Şu ýalňyslyklardan 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 koordinatlaryny kesgitlemekde uly ýalňyslygyň

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 ýygylykdaky yrgyldylary getirýän radiosignallaryň tizliklerini derňemek bilen ýalňyşlyklar düzedilýär.

Şeýlelikde, iki sany dürli ýygylykdaky *GPS* serişdesiniň signallarynyň geçen wagtlaryny deňeşdirmek bilen, olaryň nähili sähinýändigini kesgitlep bolar. Düzetmegiň bu usuly çylşyrymly bolmak bilen, ol diňe iki ýygylykly has kämilleşdirilen *GPS* serişdeleriniň “iki ýygylykly” 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 ýeriň 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 gysarma anyklanylsa, 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 şöhlelik*” 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 kesgitleňýän 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 nätakyklyklaryň 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.

**Takyklygynyň 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 aýdanymyzda, hemra tarap ugruň arasyndaky burç näçe uly bolsa, şonça-da duran ýeriň kesgitlemek takykdyr.

Şu aýdylanlardan ugur almak bilen, ýerdäki kabul ediji hasaplamak meselelerini çözmek üçin kompýuter bilen üpjün edilendir. Olar gözegçilik üçin alynýan ähli *GPS* hemralarynyň ýagdaýyny otnositellikde 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 ministriginiň hemralarda goýlan *S/A* (“*Selective Availability*”- çäklendirilen ululyk) serişdesiniň kömegi bilen peseldilip bilner. Bu ýagdaý *GPS* serişdesiniň ýardamy bilen taktiki garşydaşyň, duran ýeriň 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 säwmegi öz gezeginde duran ýeriň 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 ýeriň kesgitlemekdäki ýalňyşlyklaryň jeminiň azalmagyna getirer.

### **3.3.5. Hemraly geodeziki ölçegleriň görnüşleri we usullary**

Hemraly geodeziki apparatura dürli ýagdaýda işlemäge mümkinçilik berýär.

“*Statika*” ýagdaýynda ölçegler iki ýa-da birnäçe punktda gözganmaýan priýomnikler bilen bir wagtyň özünde geçirilýär. Priýomnikleriň haýsy hem bolsa birini baza hökmünde ulanýarys. Galan priýomnikleriň ýagdaýy bazala görä otnositellikde 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 adatça **1 sagatdan** köp bolmaýar.

*Statiki ölçegler* - GPS ölçegleriniň in takyk tehnologiýasydyr, emma bu usul her bir stansiýada (punktda) uzak wagtlap gözegçiligi talap edýär. Statiki ölçeglerde ähli GPS - lerdä bolşy ýaly, in 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 wagt aralygynda ýazmalydyr (adatça 45-den 60 minuda çenli).

“*Calt 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  $\pm 0.5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$  takyklykda kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

“*Reokkypasiýa*” 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. Ýygňalan 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

**Ornuň kesgitlemegiň takyklygyny häsiýetlendirýän parametrler**

| Ölçemegiň ýagdaýy | Apparatura     |                  |                |                  |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|                   | Iki ýyglylykly |                  | Bir ýyglylykly |                  |
|                   | <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 hasaplanylýar. Bu usulda hereket edýän stansiýa nokatdan nokada aralykda durup, takyklygy

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

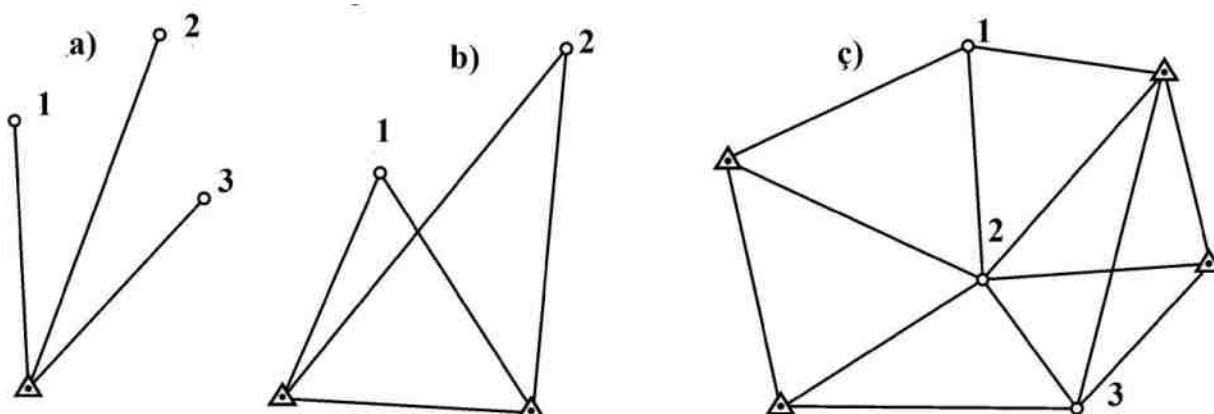
Duran ýeriňi kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygyň bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen mm-de kesgitlemek bolar:

$$m = a + bD,$$

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;  $\zeta$  – 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 hemrally 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 hemrally we adaty ölçegler

bir - biri bilen çalşylyp geçirilýär;

Punktlaryň koordinatlaryny hemrally 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, öl 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;

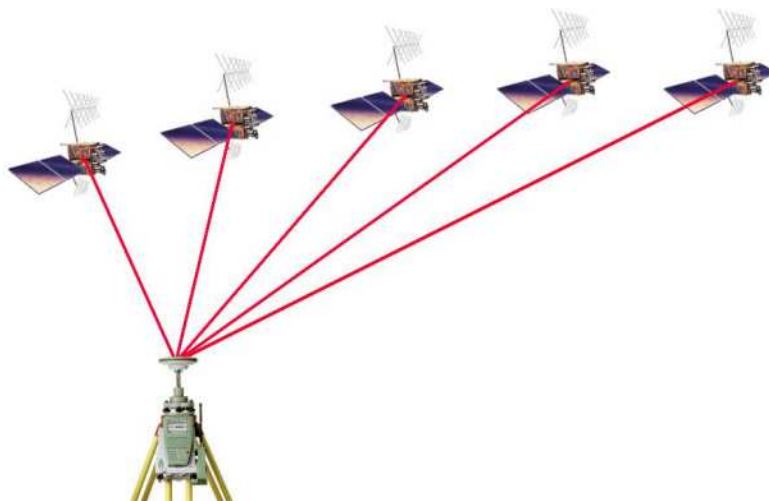
- hemra (sputnik) apparatlary bilen bilelikde goýberilýän programma paketlerini ulanyp, ölçegiň netijelerini işlemekden ybarat.

### **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 hemrally sistemalary** diýlip hem atlandyrylýar. Ýörite Ýeriň emeli hemrallaryny 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 hemrally, 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 hemrallaryna 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) translyasiýa 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 triangulýasiýa 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 (zagružaýet) we öz priýomniginiň koordinatlaryny islendik referens – ellipsoidinde kesgitlep bilýär. Şonuň ýaly-da referens – stansiýa hakyky (real) wagtda (ýagdaýda) işleýän mabil priýomniklerinde gönüden göni ulanylýan 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 meýdançasý 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 gürlüğine, 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 oňalydyr.

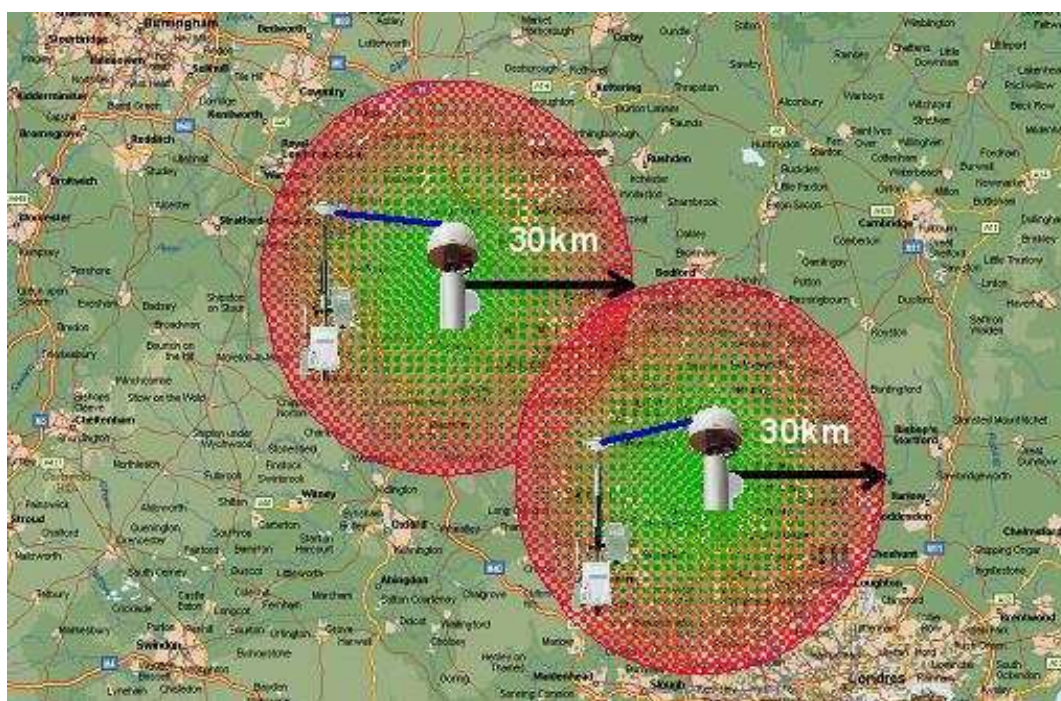
3.3.13, 3.3.14-nji suratlarda bir referens – stansiýanyň komplektli düzümine girýän enjamlar we hasaplaýyş merkezini dolandyrmak üçin programma üpjünçüliginiň shematiki çyzgysy berlendir.



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 koordinatларыny 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, antennadan, umumy dolandyryş (hasaplaýyş) merkezden, ýöriteleşdirilen programma üpjünçiliginden, kommunikasiýon gurluşdan, aragatnaşyk kanallaryndan we hojalyk infradüzüminiň bolmagyny hem talap edýär.



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

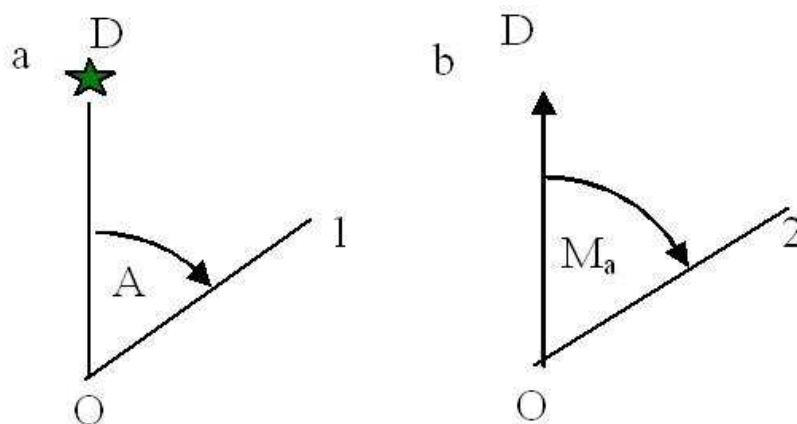
Bir refenes – stansiýa 30 km-e çenli radiusdaky territoriýanyň surata alynmagyny doly üpjün etmäge ukyplydyr (3.1.12-nji surat).

## 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 düzüleninde 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, planlarda 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.

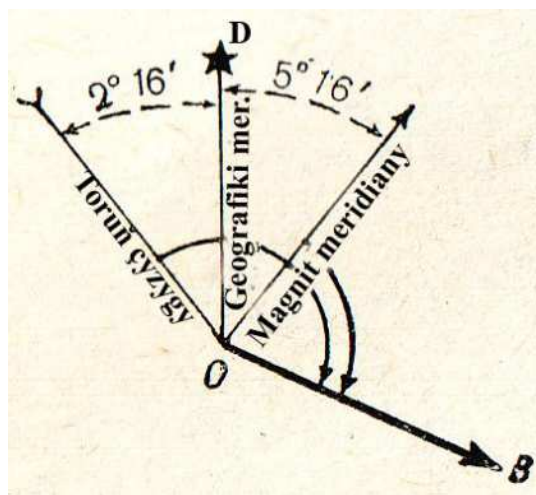
*Magnit meridiany* - bu gorizontal we wertikal tekizlikleriň kesişip, magnit diliniň polýusynyň üstünden geçende alnan çyzygydyr (ugrudyr). Kartada ol dil (peýkam) bilen belgilenilýär. Meselem,  $D - O - I$  burç çyzygyň azimuty, emma  $D - O - 2$  burç bolsa çyzygyň magnit azimutydyr.

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(günorta)* giňlige we  $145^{\circ}31'$  *Gd(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 azimutyň 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.

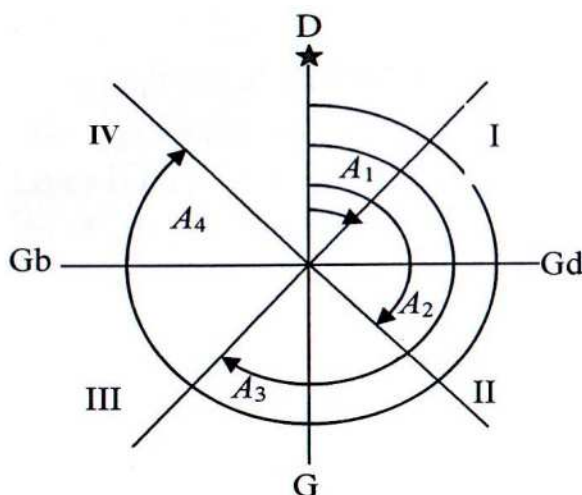
Magnit diliniň tötänleýin üýtgemegine howaly magnit dilleri(peýkamy) we magnit anomaliýalary täsir edýär.

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 kánli sebitler, magnit diliniň ýagdaýyna güýçli täsir edýär. Agzalýan ýerlerde magnit anomaliýalary ýüze çykýar. Uly magnit anomaliýalary, aýratyn hem dagly sebitlerde ýygy-ýygydan 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 meridiana görä, otnositellikde kesgitlemekde azimut we rumbdan peýdalanylýar (4.3-nji surat).



4.3-nji surat. Azimutyň çärýekler boýunça kesgitlenişi.

$A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  we  $A_4$ -gorizontal burçlar berlen çyzyklaryň azimutlaryny çärýekler 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.

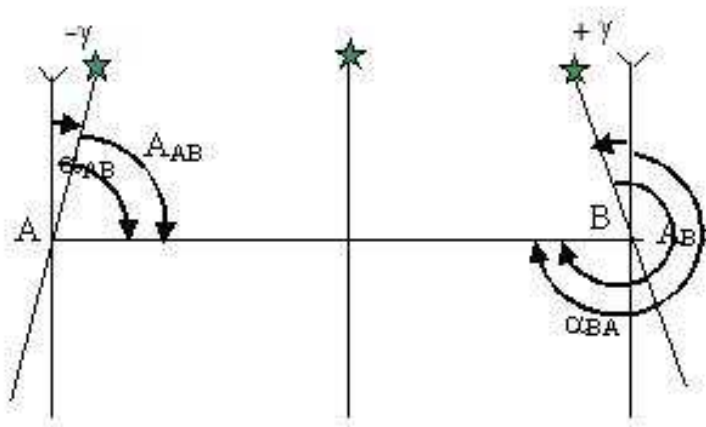
**Direksion burç** - berlen nokadyň üstünden geçýän ok meridianynyň ýa-da oňa parallel bolan çyzygyň (absissa okunyň) demirgazygyndan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizont burçdyr. Ol sagat diliniň ugruna  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a çenli üýtgeýär we  $\alpha$  (alfa) harpy bilen belgilenilýär.

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 ýazylýar:

$$\gamma = A - \alpha$$

Ok meridianyň üstünde ýatan çyzyklar üçin meridianlaryň ýakynlaşmasy nola deňdir. Eger-de absissa oky, ok meridiandan saga gyşarsa, ýakynlaşma goşmak “+” bolup, ol *gündogar*, çepi gyşarsa, 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

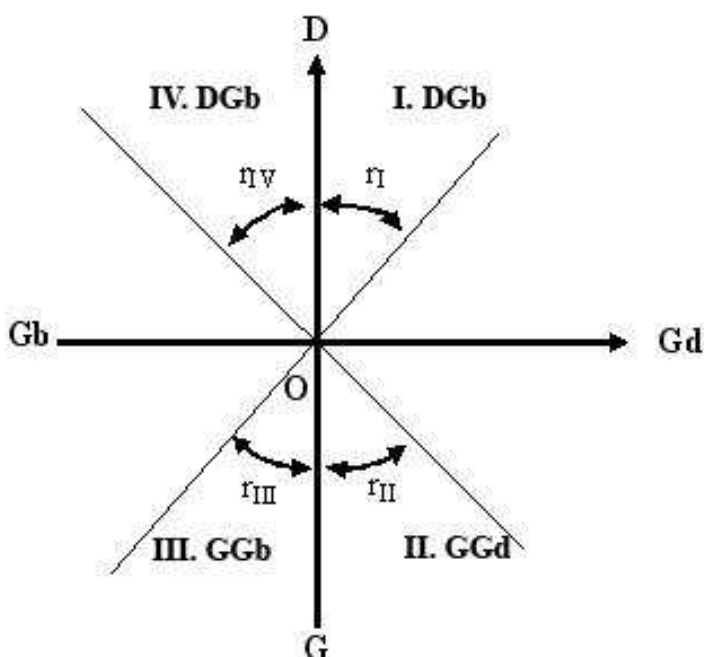
Geodeziki işleri geçirende oriýentirlenmek burçlary hökmünde diňe demirgazyk ok meridiany hyzmat etmän, günorta ok meridiany hem peýdalanylýar. Ýagny, oriýentirlemek burçy sagat diliniň ugruna hem-de garşysyna üýtgäp bilýär, bu ýagdaýda *rumb* alynýar.

**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 “*rumbich*” 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 gözýetimiň ugurlaryny başgaça hem atlandyrýarlar, 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.

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

4.1-nji tablisa

**Azimut, direksion burç we rumbuň arasyndaky baglanyşyk**

| Çäryýeginiň ady | Çyzygyň ady | Azimut 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              | DGb         | $A=360^\circ-r$ ; $\alpha=360^\circ-r$ | $r=360^\circ-A$ ; $r=360^\circ-\alpha$ |

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

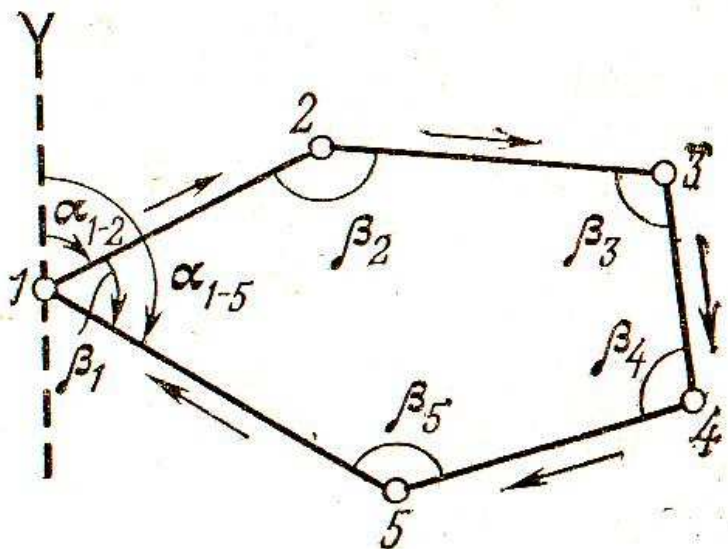
Ýörelgede haýsy hem bolsa, bir başlangyç çyzygyň direk-sion burçy (azimuty) we olaryň arasyndaky gorizonta burçlar belli bolan halarynda, galan çyzyklaryň direk-sion burçuny (azimutyny, magnit azimutyny) hasaplap bolar.

Direk-sion burçlary aşadaky 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 gorizonta burçy aşadaky 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 çäryekler 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.  $r = GGd: 54^\circ 35'$ ;  $\alpha = 180^\circ - 54^\circ 35' = 125^\circ 25'$ .

3.  $r = GGb: 34^\circ 05'$ ;  $\alpha = 34^\circ 05' + 180^\circ = 214^\circ 05'$ .

4.  $r = DGb: 58^\circ 19'$ ;  $\alpha = 360^\circ - 58^\circ 19' = 301^\circ 41'$ .

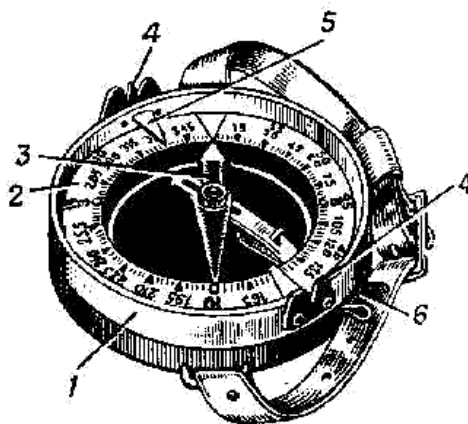
#### 4.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek

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 iňňesi bar. Şu iňňä magnitlenen dil ornaşdyrylýar. Tutgujyň üsti aýna bilen berkidilen, aýnanyň üstüne direktrisa diýip atlandyrylýan çyzyk çyzylan, gutynyň gapdalynda berkidiji nurbaty bar. Berkediji nurbat boşadylanda, magnit dili iňňäniň üstünde erkin aýlanýar we magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruny görkezýär. Kompas işledilmedik ýagdaýynda dil berkidiji nurbatyň kömegi bilen, aýna gysylp goýulýar. Kompasyň gutysynyň aşagyna gözýetimiň taraplaryny görkeziji harplar ýazylan we töweregi  $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli graduslara bölünen **limb** diýip atlandyrylýan halka ýerleşdirilendir. Kompasyň halkasy aýlanýan edilip ýasalandyr. 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, gözýetimiň 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 kompasyň limbindäki gradus bahalary sagat diliniň aýlanma ugruna tarap ýazylandyr. Ugurlaryň magnit azimutlaryny ölçemekde, ondan hasap almak örän ýeňildir. Kompas işledilmedik wagtynda, dili berkidiji nurbatyň kömegi bilen aýna gysyp goýulýar. Bu kompas bilen eňňitleriň 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 gelýänligi 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 gyşyklygy (gorizental dälligi) dogurlanylýar;

3. *Kompasyň magnit diliniň eksentritetiniň haýsy hem bolsa bir sandan tapawutlanyşy, ýagny diliň demirgazyk ujunyň görkezýän sany, onuň günorta ujunyň görkezýän sanýndan  $180^\circ$  tapawutlanmagy zerur;*

4. *Kompasyň dioptrynyň merkezinden geçen tekizligiň limbiniň  $0^\circ$  we  $180^\circ$ -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 alnymagy zerurdyr.

Ugruň azimutyny kompas bilen kesgitlemek üçin, kompas gorizental ýagdaýda tutulyp, diliň berkidiji nurbaty boşadylyar we diliň demirgazyk uýy limbdäki  $0^\circ$  baha dogry gelýänçä kompas aýlandyrylyar. 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 görnüşleri boýunça gürlü-dürli bolýarlar. Geodeziýada aýratyn hem **BC** we **БШ** markaly bussollar işledilýär. **BC** markaly bussoly *XIX asyryň* ortalarynda Russiýanyň harby Akademiýasynyň ýolbaşçysy **G. F. Stefan** oýlap tapypdyr. Oriýentirlemek burçlarynyň ölçenilişi edil kompaslardaky ýalydyr.

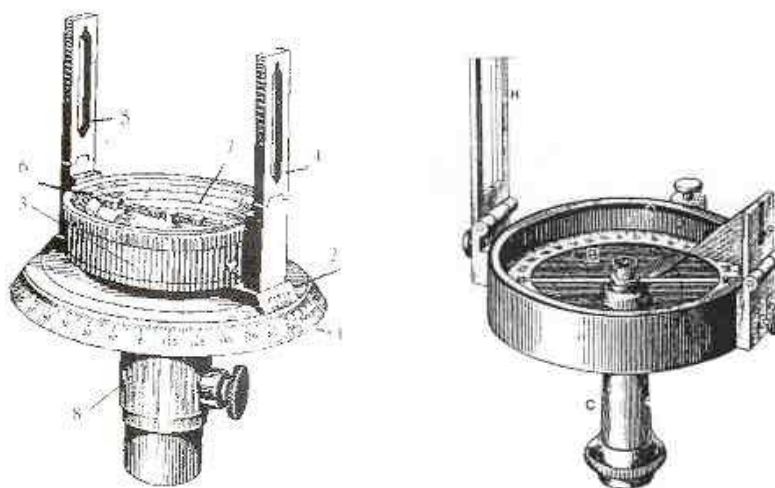
#### 4.5. Bussol we onuň bilen çyzygyň magnit azimutyny ölçemek

Bussollar hem edil kompaslar ýaly dürli-dürli bolup, geodeziýada aýratyn hem **BC** we **БШ** markalary ulanylýar. **BC** bussoly limden(1), alidadadan(2) we kompasdan(3) ybarat (4.8-nji surat). Limb sagat diliniň ugrunda  $0^\circ$ -dan,  $360^\circ$ -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 peredmet(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 dugasyňa 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 öňürti, 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 gutyjykdan(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 ýatyrnak 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 eliň 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 kompas sport derejesi düzülendir. Beýle diýildigi, 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 görnüşlerinden 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 görnüşinde(jaýyň içinde bolsaňda) ulanmagyň esasynda, oriýentirlenmegi geçirmäge mümkinçilik döredýär.

## V. GEODEZIKI ÖLÇEGLER

### V.1. ÖLÇEGLERİN GÖRÜNÜŞLERİ

#### 5.1.1. Umumy düşünje

Geodeziýada ölçenilýän obýektleriň ölçenilişine we görnüşine baglylykda çyzykly, burçly we fiziki ululyklary ýaly toparlara bölünýär. Çyzykly ölçeglere, meselem, triangulýasiýada bazisiň uzynlygyny, poligonometriýada çyzyklaryň uzynlyklaryny; gorizonta we wertika 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 ölçegiň 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 **C** burçy bolsa  $C=180^0-(A+B)$  formulanyň kömegi bilen hasaplasak alynýar. Ýene-de bir mysal, ýagny geçip bolmaýan **AB** aralygy ölçemekde çyzgyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary belli bolsa, onda **Pifagoryň** teoremasynyň formulasyny ulanyp çyzygyň uzynlygyny kesgitleýäris. Onda, **C** 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, ölçegiň 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 ölçege geçirmek üçin ölçege obýekti, ölçeýji gural we ýerine ýetiriji bolmalydyr. Ölçege bir ýa-da başga şertlerde kesgitlenen usullarda geçirilýär.

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

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

a) Gradus ölçeğinde töwerek  $360$  sany deň böleklere bölünýär, göni burç  $90^0$ -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  $57.29578^0 = 3437.7468' = 206265''$  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 berilýar.

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 bölünýar.

**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 üýtgäp durmagy, howanyň çyglylygynyň üýtgemegi, howanyň basyşynyň we ş. m. üýtgeýşi 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 däldiginden 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, gorizonta burçlary birnäçe usullar, emma her bir usulyň arasynda gorizonta tegelegiň limbini dürli ugurlarda oriýentirlenmegi bilen ölçenilişini mysal getirmek bolar.

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

*Yzygider ýalňyşlyklar* ýüze çykyşyna baglylykda, şol ýa-da başga bir kanuna görä ölçegiň netijesine girýär. Her bir ölçegiň görnüşinde ýa-da usulynda yzygider ýalňyşlyklaryň ýüze çykmak 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:  $l_1=12.54\text{ m}$ ,  $l_2=125.8\text{ m}$ ,  $l_3=125.6\text{ m}$ ,  $l_4=126.2\text{ m}$ ,  $l_5=126.0\text{ m}$ , we  $l_{orta}=125.8\text{ m}$  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 baglanşyklydyr.

Tötänleýin ýalňyşlyklar aşakdaky gurluşlary alýar:

1. Absolýut ululygy boýunça ýalňyşlyklar belli çäkden geçmeýär;
2. Ýalňyşlyklar näçe uly bolsa, hatarda şonça-da azdyr;
3. Goşmak we aýyrmak ýalňyşlyklar absolýut 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:

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

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

Praktiki meseleleri çozende, köplenç, uly sanlardan gaça durmak maksady bilen, *orta arifmetiki bahanyň şertli nol usulyny* 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:

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

**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  $X_{ýakyn}$  bahasyny ulanmak bolar.

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

$$\Delta_{om} = \frac{\Delta_{abs}}{X} \text{ ýa-da } \Delta_{ont} = \frac{\Delta_{abs}}{X_{ýakyn}}$$

Mysallara seredip geçeliň:

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

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

bolar.

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

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

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 ( $X_{ýakyn}$ ) bahasyndan peýdalanmak kabul edilendir we bu teoriýa aşakdaky formulanyň amatlydygyny subut etdi:

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

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

6.1-nji tablisa

**Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanýş mysaly**

| Ölçegleriň tertibi | Çyzykly ölçegiň bahasy $l, m$ | $\Delta=l-a$<br>(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 bellenen 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:

$$\Delta_{\check{a}kli} = 3 \times m = 3 \times 9.11 = 27.33 \text{ sm}$$

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.

**Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanýş mysaly**

| Ölçegleriň tertibi №/№ | Ölçenen gorizonta 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 gorizonta 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 ýalňyşlyk 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 ýalňyşlygy"
160 print using "M=##.###";M
170 print "Orta kwadrat gyşarmanyň orta arifmetiki bahasy"
180 print using "S=##.###";S

```

```

190 print “čäkli 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 girizmek 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 hasaplanýş formulasyndan peýdalanyň, 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 peýdalanyň, 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 tablisa

| Ölçeg-<br>leriň<br>tertibi | Ölçenen<br>burçlaryň<br>bahasy | Ölçegle-<br>riň<br>sany,<br>$n$ | Ölçegle-<br>riň agra-<br>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

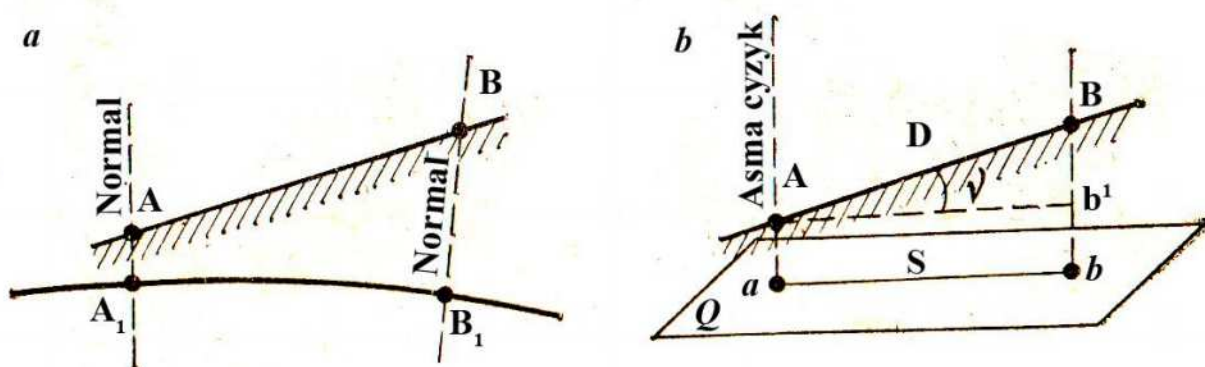
Ýeriň üstündäki aýry-aýry ýerleri suratlandyrmak maksady bilen, onuň ähli nokatlaryny has sada kabul edilen üste geçirmek gerekdir.

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

Ölçeşleri  $20 \times 20 \text{ km}^2$  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 uzakölçeýjileriniň, 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.

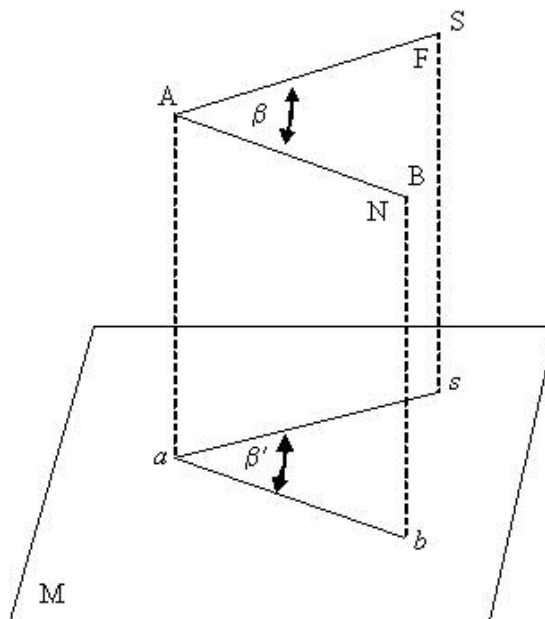
Gorizonta burçlar ýerde ýöriteleşdirilen burç ölçeýji gurallarynyň kömegi bilen ölçenilýär. Geodeziki işlerde diňe gorizonta burçlar ölçenilmän wertikal burçlar hem ölçenilýär.

*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 hasaplanýar:

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

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 UZYNLYGYNÝ ÖLÇEMEK

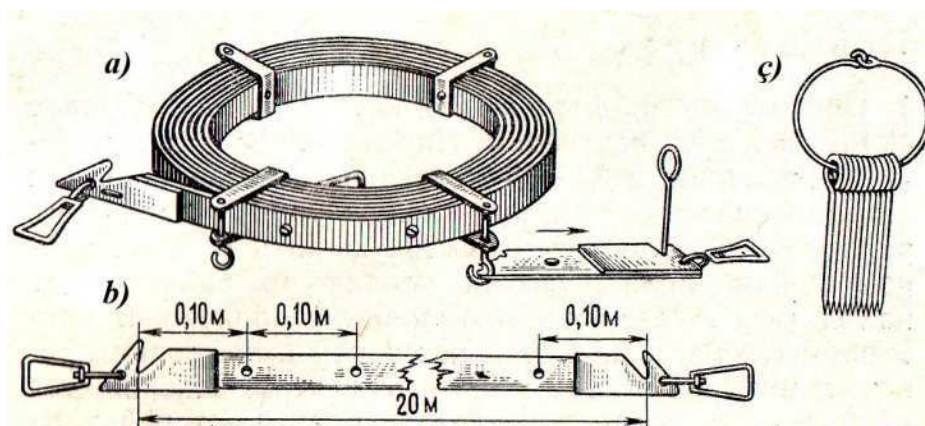
### 5.2.1. Umumy düşünje

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 çyzykyşy 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. J3III-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 ahyryndaky 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 ahyryndaky tutguçlardan peýdalanylýar.

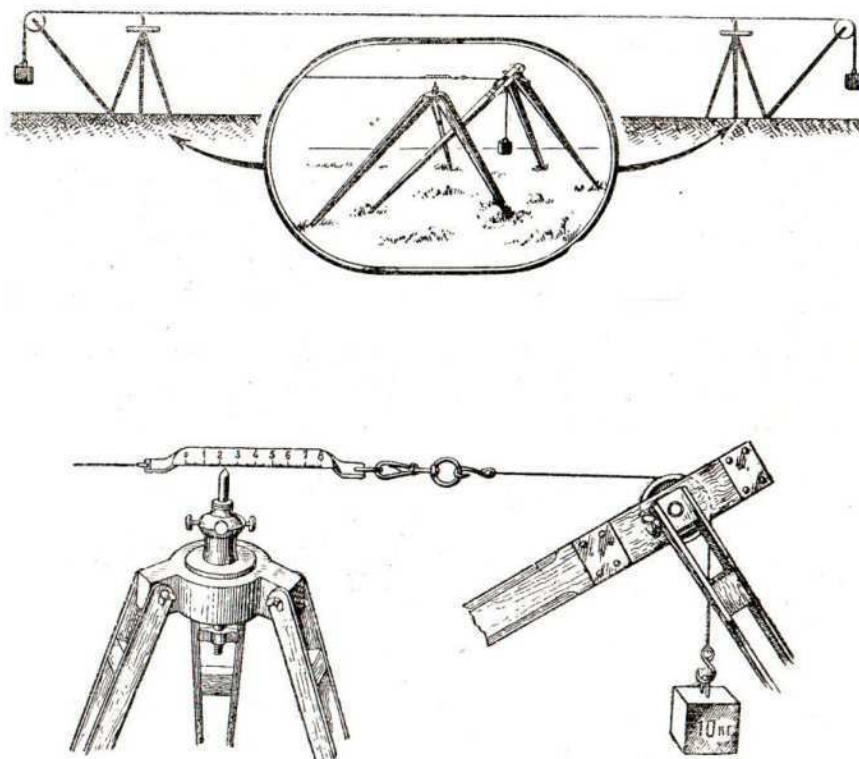
100 metrden az aralyklary ölçemekde ruletkalary ulanmak amatlydyr. Olaryň uzynlygy 5, 10, 20, 50 we 100 metr aralyklarda bolup biler. Bu ruletkalar ýüpden, plastmassadan we polat materialdan ýasalan bolýar. Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde polatdan ýasalan, ýörite geodeziki ruletkalar 50 m we 100 m uzynlyklarda 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 serpikdirijisiz (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 guruluşy bolup, ölçeg diskasy we hasap mehaniizmi 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.

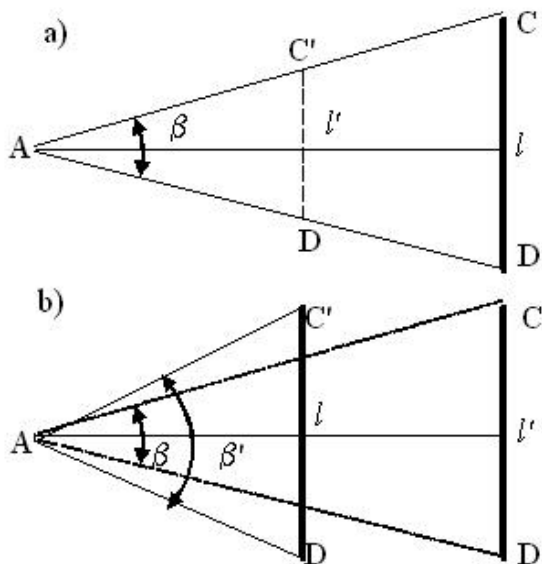
Inwar simi 24, 48 we 72 metr uzynlyklarda bolýar. Inwar siminiň toplumyna: iki sany ştativ, iki sany blok stanogy, iki sany selik (nyşanalaýjy), ýokary takykly niwelir we agramy 10 kg-a deň bolan ýük (gir) girýär. Ölçeğiň dowamynda inwar simini goňşy ştativleriň arasynda yzygiderlikde çekýärler. Ştativler 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.

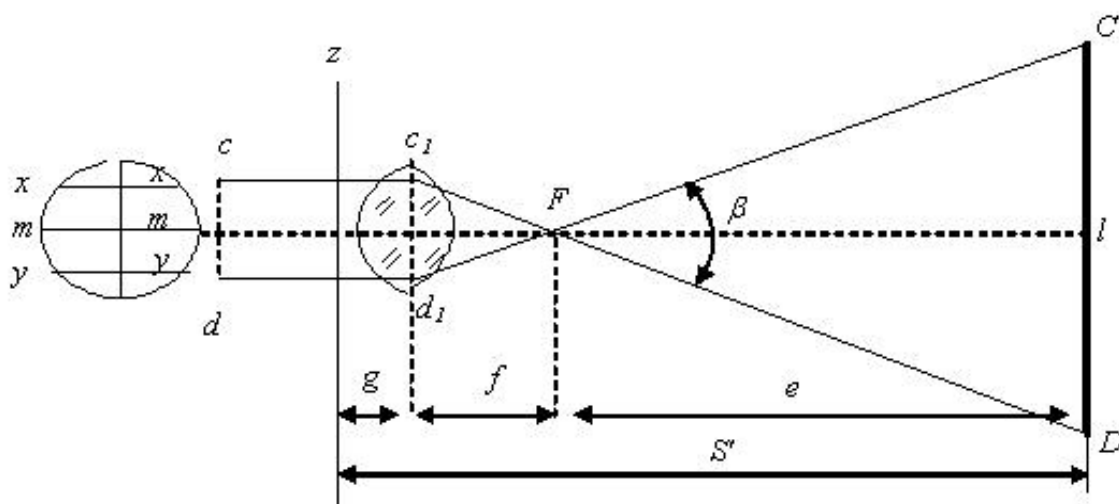
Meňzeş  $c_1 F d_1$  we  $CFD$  üçburçluklardan  $e$  tapsak, onda aşakdakyny alarys:

$$e = \frac{f}{P} \cdot l.$$

Jem  $g + f = c$  ýaly belgiläliň  $f / P$  paýy  $K$  harpy bilen belgiläliň, onda aşakdaky formulany alarys:

$$S' = K \times f + c.$$

Häzirki zaman geodeziki gurallarynda  $K=100$  deňdir,  $c$  bolsa, takmynan nola deň edip alynýar, şonuň üçin aralyk  $S'=100 \times l$  formula bilen kesgitlenilýär. Sapakly optiki uzakölçeýjileriň otnositel takyklygy ýokary däldir (5.2.5-nji surat). Oňa uzakölçeýjileriň bölekleriniň (ştrihleriniň) galyňlygy we reýkadan alnan hasabyň dürli wagtlylygy, eliň bilen reýkany gowy tutmazlygyň  $l$  - hasabyň alynmagyna görnükli täsir edýär.



5.2.5-nji surat. Optiki sapakly uzakölçeýjiniň sehatiki çyzgysy.

Ýalňyşlygy köp derejede azaldýan konstruksiýaly uzakölçeýjiler hem bar. Olara ikilenç şekillendirýän uzakölçeýjileri degişlidir.

Uzakölçeýjileriň birnäçe görnüşi bardyr, olardan: *DH-04*, *DHP-06*, *DH-08*, *DH-10* we ş.m. Olarda başlangyç nokatda teodolidiň görüş trubasyny, ahyrky nokarda bolsa uzakölçeýjiniň reýkasy goýulmak bilen çyzygyň uzynlygy ölçenilýär.

### 5.2.2. Çyzygyň uzynlygyny ölçemek

Ýeriň üstünde berlen çyzygyň uzynlygyny ölçemezden öňürti, işçi lentanyň hakyky uzynlygyny anyklamak gerekdir. Onuň üçin ölçeg lentasyny, uzynlygyň *etalony* bilen deňeşdirmek hökmany hadysa hasaplanylýar. Etalon lentanyň uzynlygy takyk, ýörite şertlerde, diňe işçi lentanyň uzynlygyny barlamak maksady bilen ulanylýar. Şeýle hem işçi lentasynyň uzynlygyny takyk uzynlykly bazis çyzyklary peýdalanmak bilen kesgitlemek bolar (uzynlygy ýeriň üstünde takyk

ölçenen). İşçi lentanyň uzynlygyny barlamak üçin geçirilýän işe *komperirlemek* diýilýär. Deňeşdirme meýdan we kameral komperatorlarynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Meýdan kompertory hökmünde tekiz ýerde 100-200 metr aralykda ýerleşen çyzygy almak mümkin. Komperatoryň başlandyç we ahyrky nokadyny köp wagtlaýyn saklanýan belgiler bilen berkidýärler. Belgileriň üstüne ýönekeý piramidalar berkidilýär. Komperatoryň uzynlygyny adaty işçi ölçeg lentasynyň kömegi bilen ölçeyärler. Bu komperatoryň uzynlygy ýokary takykly bolmalydyr.

Komperatoryň uzynlygy ( $S^o$ ) bilen ölçeyýän işçi lentanyň uzynlygyny ( $S'$ ) deňeşdirmek bilen işçi lenta düzedişi alýarys. Ony aşakdaky formula bilen hasaplamak bolar:

$$\Delta S_k = \frac{S' - S^o}{n}$$

Bu ýerde  $n$  - komperatorda işçi zolagyň goýlan sany.

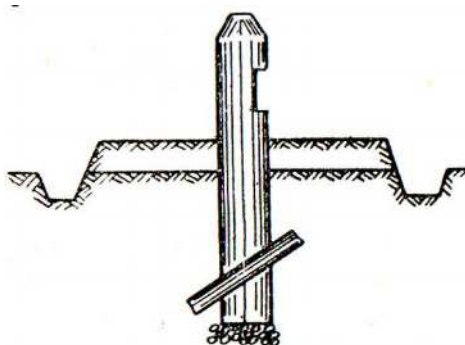
**1-nji mysal.** Eger-de  $S' = 119.917$  m,  $S^o = 119.792$ ,  $n = 6$  bolsa, onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$\Delta S_k = \frac{119.917 - 119.792}{6} = 0.021 \text{ m.}$$

Ölçenen netijä komperirlemekde berlen düzediş aşakdaky formula arkaly hasaplanylýar:

$$S = S_{\text{ölçenen}} + n \times D \cdot S_k.$$

İşçi lentanyň hakyky uzynlygyny kesgitländen soňra çyzygyň uzynlygyny ölçemek işine başlaýarys.



5.2.6-njy surat. Nokatlaryň ýeriň üstünde berkidilişi.

**2-nji mysal.** Eger-de ölçenen çyzygyň uzynlygy  $S = 135.48$  m,  $n = 6$  bolsa, onda çyzygyň hakyky uzynlygy aşakdaky baha deň bolar.

$$S = 135.48 + 0.021 \times 6 = 135.48 + 0.13 = 135.61 \text{ m.}$$

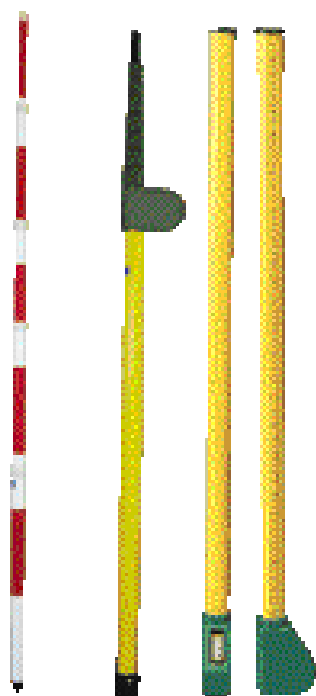
Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde işleriň tertibi aşakdakylar ýaly geçirilýär:

1) Ölçenýän çyzygyň ahyryny we başlangyjyny gazyklar bilen berkitmek.

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

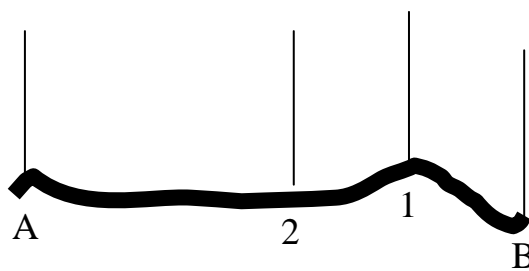
kakýarys. Esasy gazygyň depesine nokadyň ýagdaýyny (ýerleşen ýerini) görkezýän çüýjagaz kakykylýar. Çüýüň depesi gazykdan 3-4 mm ýokarda bolmalydyr (5.2.6-njy surat);

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) gyzyň - ak reňke boýaýarlar;

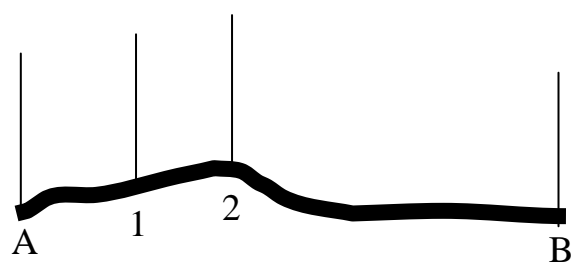


5.2.7-nji surat. Geodeziki çelgileriň görnüşleri.

Uly aralyklary ölçänlerinde, (eger-de olaryň arasy görünýän bolsa), onuň 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  $2, 3, \dots, n$  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  $2, 3, 4, \dots, n$  çelgileri goýýarys (5.2.9-nji surat). Bu usulda  $1$  çelgi  $B$  nokada tarap ugurda  $2$  çelgini, ol hem öň gezeginde  $3$  çelgini ýapýar, netijede çyzygyň üstünde goýlan çelgiler bir göniniň üstünde ýerleşmez. Diýmek, usullaryň içinde “özüňe tarap” usuly has amatlydyr.

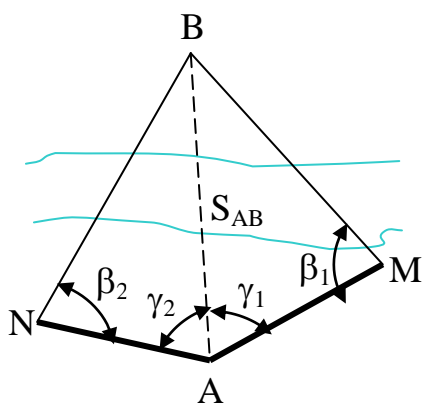
Çyzygyň uzynlygyny ölçemegi iki adam geçirýär. Öňdäki ölçeýjide halkaly gazyklar bolup, olary ölçegiň dowamynda, lentanyň uzynlygyna baglylykda ýere dürtüp gidýär. Yzdaky ölçeýji lentanyň nol gädigini (ştrihini) başlangyç nokatda duran çüýüň gapdalyndaky  $1$ , halka ildirýär we öňdäki ölçeýjini çyzygyň üstüne çykarýar we lentanyň ahyrky  $20\text{ m}$  gädigine  $2$  halkaly gazygy dürtýär, soňra yzdaky ölçeýji çyzygyň başlangyç nokadynda dürtülen  $1$  halkaly gazygy alýar we öňdäki ölçeýjiniň ýere dürtülen  $2$  halkaly gazygyna tarap ýöreyär, gazyga gelip ýene-de ölçeg lentasynyň  $0$  gädigini  $2$  gazykdaky halkaly gazyga geýdirýär. Öňdäki ölçeýjini ýene-de çyzygyň üstüne çykarýar. Soňra, öňdäki ölçeýji ölçeg lentasynyň  $20\text{ m}$  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 ölçeýji ähli gazyklary ýygnaýar.

Ölçenen çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formula arkaly hasaplap çykarmak bolar:

$$S_{\text{ölç.}} = 20 \times n + q$$

**3-nji mysal.** Eger-de  $n=7$ ,  $q=11.23\text{ m}$  –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.

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

ulanmak bolar.

Sinuslar teoremasy boýunça bir tarapyň uzynlygy we olara sepleşýän 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:

$$S_{1-2} = a^2 + b^2 - 2 \times a \times b \times \cos \beta$$

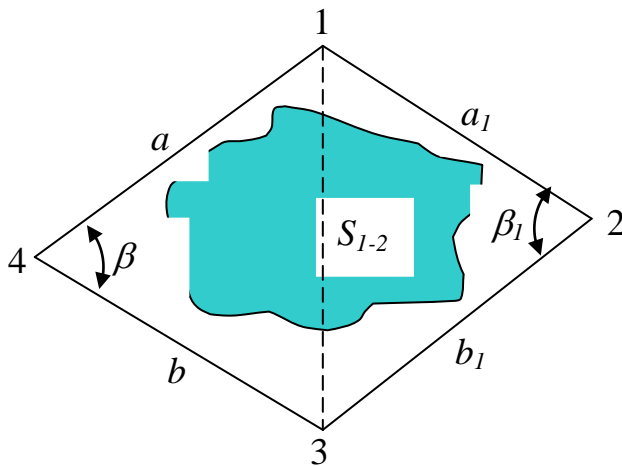
ýa-da

$$S'_{1-2} = a_1^2 + b_1^2 - 2 \times a_1 \times b_1 \times \cos \beta_1.$$

Bu ýerde  $a$ ,  $b$ ,  $a_1$  we  $b_1$  - bazis çyzyklaryň uzynlyklary, m;  $\beta$  we  $\beta_1$  - ölçenilen 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.

Optiki sapakly uzakölçeýjileri bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, teodolit başlangyç nokatda, ahyrky nokada bolsa uzakölçeýjiniň 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

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 - uzakölçeýjiniň koeffisiýentleri.

**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:

$$D = 100 \times (865 - 700) = 100 \times 165 = 16.5 \text{ m}; \quad D=16.5 \text{ m}.$$

$$D' = 200 \times (865 - 785) = 200 \times 80 = 16.0 \text{ m}; \quad D'=16.0 \text{ m}.$$

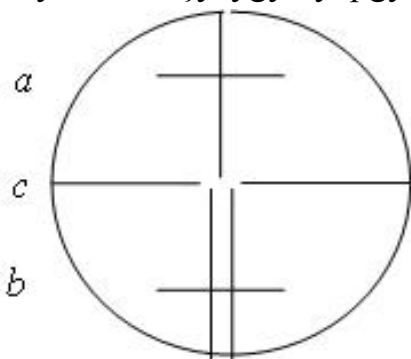
$$D'' = 200 \times (785 - 700) = 85 \times 85 = 17.0 \text{ m. } D'' = 17.0 \text{ m.}$$

Tapylan bahalaryň orta arifmetiki bahasyny kesgirlemek bilen çyzygyň uzynlygyny almak mümkindir. Biziň mysalymyzda onuň bahasy  $D_{orta} = 16.5 \text{ m}$ -e deňdir.

Optiki uzakölçejjiler bilen ölçenen gorizonta kesimiň uzynlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$S = D_{orta} \times \cos \nu.$$

Bu ýerde  $\nu$  - çyzygyň ýapgytlyk burçy, gradusda.



5.2.12-nji surat.

**2-nji mysal.** Eger-de sapakly uzakölçejji bilen ölçenen çyzygyň uzynlygy  $D_{orta} = 16.3 \text{ m}$ , 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 gorizonta 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.

Uzakölçejjiniň 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 uzakölçejjiniň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy **1:600** amatly we **1:200** ýaramaz şertlerde bolýar.

Optiki ikilenç şekillendirýän uzakölçejjiniň kömegi bilen, çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy **1:5000** amatly we **1:2000** ýaramaz şertlerde alynýar.

### 5.2.3. Fiziki uzakölçejjileri

Ýagtylyk, radio we lazerli uzakölçejjileri 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.

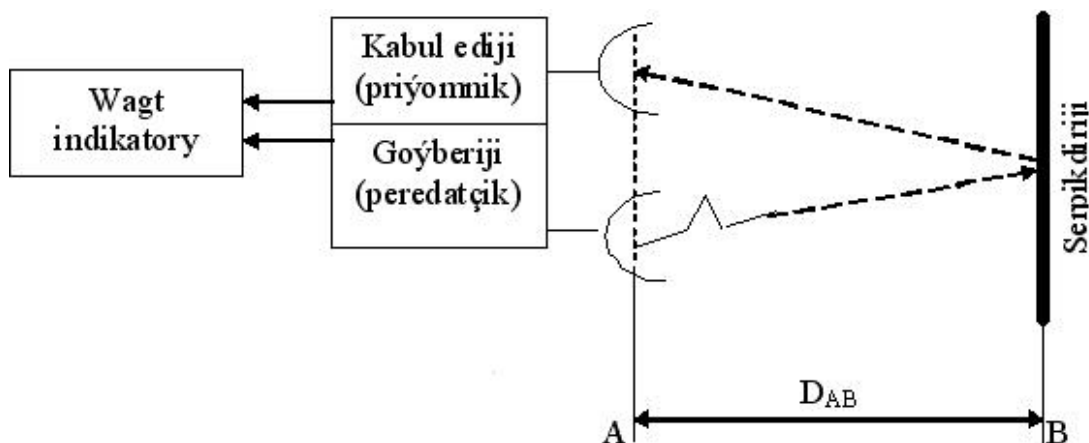
Uzakölçejjilere aşakdaky gurallar: ýagny tolkun goberiji peredatçik, yzyna *serpikdiriji* (*otrazatel*) we priýomnik degişlidir.

Yagtylyk, radio we lazerli uzakölçejjiler 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 uzakölçejji,  $B$  nokatda bolsa elektromagnit tolkunlaryny yzyna *serpikdiriji* gural ornaşdyrylýär (5.2.13-nji surat). Uzakölçejjiniň

göýberijisinden çykan elektromagnit tolkunlary, serpikdirijä ýetip yzyna gaýdýar we priýomnige gelip düşýär. Şöhleleriň uzakölçeýjiden serpikdirijä ýetip, ondan yzyna gaýdan wagtyňy( $t$ ) kesgitlemek bolar.  $A$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky aralygy aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \nu \cdot \tau = \frac{c}{2} \cdot \frac{\tau}{n}.$$

Bu ýerde  $c$  - ýagtylyk tolkunynyň wakumdaky ýaýraýyş tizligi ( $c=299792458 \pm 1.2$  m/s);  $\nu$  - 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:

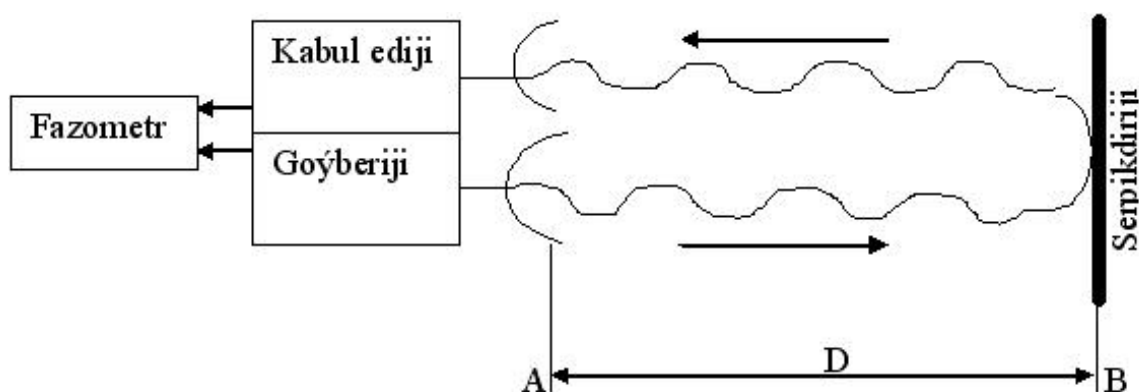
1) Uzakölçeýjiden çykan elektromagnit tolkunlaryny kabul edip ýygylgyny ýa-da amplitudasyny özgerdip yzyna gaýtarýan gural ulanylýar. Şeýle gurala aktiw gaýtaryjy diýilýär we radio uzakölçeýjilerinde ulanylýar;

2) Uzakölçeýjiden çykan elektromagnit tolkunlaryny özgertmezden, yzyna gaýtarýan gurala passiw gaýtaryjy diýilip, ýagtylyk uzakölçeýjilerinde ulanylýar. Passiw şöhle 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 peýdalanyp 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 halynda geçýän

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  $6-10\text{ km}$  kemeldýär. 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 ( $2700-3200\text{ ýygylklarda}$ ) gysga tolkunlar peýdalanylýar. Käbir uzakölçeýjileri bellenen dört (esasy we üç sany kömekçi) ýygylkda işleýär. Radio uzakölçeýjileri bilen çyzyklaryň uzynlyklygyny ölçände, aktiw şöhle serpikdirijisi ulanylan ýagdaýynda ölçegiň 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 öndürijiligini 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 öndüriljekli aralyk geýdirmelerini goşýar. Uzakölçeýjileri öndürýän firmalary **Ýaponiýada, ABŞ-da, Germaniýada** we ş.m. ýurtlarynda bolup, olarda aralygy ölçemegiň ýokary tehnologiýasy işlenilip düzüldir. 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 elektron 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                       |
|---|------------------------------|
| Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde standart gyşarma         | $1\text{ mm}-1\cdot10^{-6}D$ |
| 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:

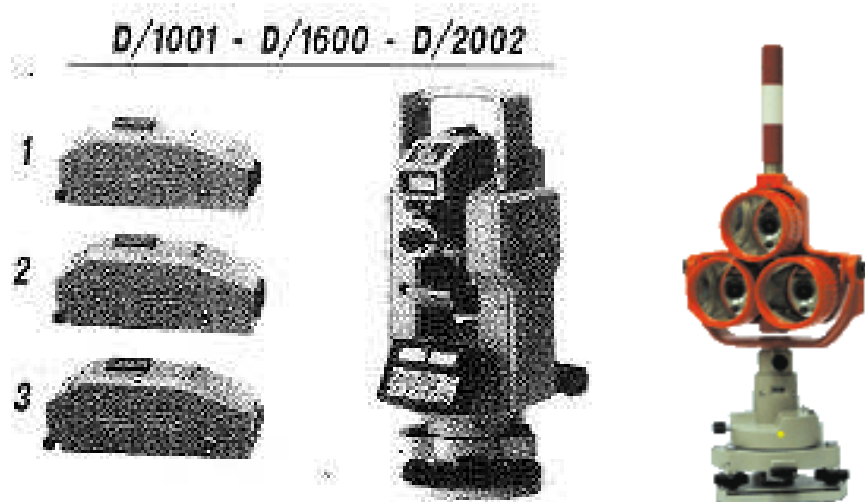
1) *Örän takyk ölçenýän ýagtylyk uzakölçeýjiler.* Bu uzakölçeýjiler bilen çyzyklaryň uzynlyklaryny 20-30 km aralygynda, ölçemegiň takyklygy 1:300000-1:400000 çäklerinde bolýar. Olar 1 we 2 klasly döwlet geodeziki daýanç torlaryny geçirmekde, aralygy ölçemek maksady bilen ulanylýar.

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 ulanylşyna 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 tablisa

**D2002 elektron uzakölçeýjiniň tehniki häsiýetnamasy**

| Guralyň häsiýetnamalary                                  | Bahasy                                 |
|--|--|
| Aralygy ölçemegiň standart gyşarmasy                     | $3 \text{ mm} \cdot 2 \cdot 10^{-5} D$ |
| 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 tablisa

**D2002 elektron uzakölçeýjiniň tehniki häsiýetnamasy**

| Guralyň häsiýetnamalary                                  | Bahasy                                 |
|--|--|
| Aralygy ölçemegiň standart gyşarmasy                     | $5 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 10^{-4} D$ |
| Adaty atmosfera şetrlerinde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy: |  |
| bir prizma bilen   | 800 m-e çenli                          |
| iki prizma bilen   | 1100 m-e çenli                         |

**Ulanylýan ýerleri:** Takyk we topografiki surata almalarynda, yer asty gurluşlary gurmakda we ş.m. ýerlerde ulanylyp bilner.

### 5.2.5. DISTO görnüşindäki lazer uzakölçejjileri

Göterilýän **DISTO** görnüşli lazer uzakölçejjileri, 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 uzakölçejjidir. 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 *fluorissantli* ýagtylgyçly bolup, garaňkyda batareýi goşmasyz hasaby almaga mümkinçilik berýär.

**DISTO classic** bu, DISTO uzakölçejjiler maşgalasynyň ýeňil we kompaktly görnüşidir. Onuň displeýi uly we aňsatlyk bilen okalýar. Şonuň ýaly-da, ol fluoressentlidir we maglumat berijiliklidir. Matematiki operasiýalardan daşary uzakölçejji obýektiň beýikligini, displeýe ölçegleriň maksimal/minimal bahalaryny çykarmaga hem ukyplydyr. Onuň huşy, soňky 20 sany ölçegiň matematiki hasaplamagyny geçirmäge ukyplydyr.



5.2.16-njy surat. DISTO kysymly uzakölçejjiler.

**DISTO pro** bu, uly mümkinçilikli serpikdirijisiz uzakölçejjidir. 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 obýektleriň anyk ölçenmegini, deňeşdirmek bilen ölçemegini, tapgyrlyýyn 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 görilýän, kompýuterlere birleşdirilen we öňki huşda saklanan berlenleri geçirmäge hem-de hakyky wagt ýagdaýynda işlemek üçin mümkinçiliginiň bolmagy has-da oňalydyr. Gurallaryň 5.2.4-nji tablisada tehniki häsiýetnamasy berlendir.

5.2.4-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary**

| Parametrleriniň ady                              | DISTO lite        | DISTO classic | DISTO pro  |
|--|-------------------|---------------|------------|
| Olçemegiň takyklygy, mm                          |                   |               |            |
| -orta kwadrat ýalňyşlygy                         | ±3                | ±3            | ±3         |
| -maksimal ýalňyşlyk                              | ±5                | ±5            | ±5         |
| Uzaklygy, m                                      | 0.3-100           | 0.3-100       | 0.3-100    |
| Deňşdireniň ýagdaýynda ölçemegiň wagty, sekuntda | 0.16-1            | 0.16-1        | 0.16-1     |
| Displeýden nyşana çenli minimal aralygy çykarmak | -                 | Bar           | Bar        |
| Olçemegiň 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 zaryadlanan 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 nyşanalaýjysy;
- Nyşany serpikdirijisi;
- **Hususy(şahsy) kompýuterler (HK)** arkaly birleşdirmek üçin kabel (DISTO pro seriýalar üçin) bilen üpjün edilendir.

## VI. ÝER ÜSTÜNIŇ PLANYNÝ ALMAK

### VI.1. ÝÖNEKEÝ PLANÝ ALMAK

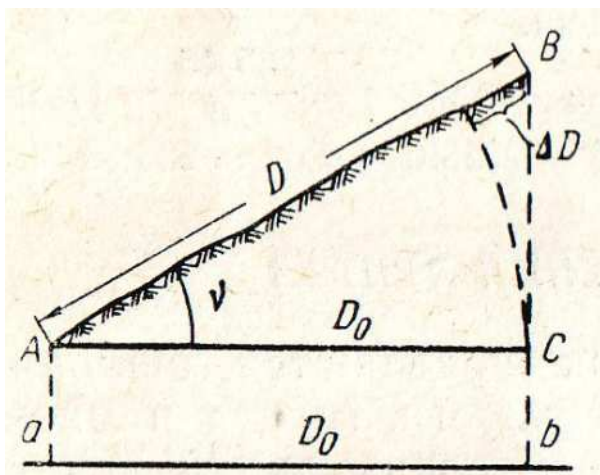
#### 6.1.1. Umumy düşünje

Uly bolmadyk ýeriň üstüni geografiki, geologiki, geomorfologiki, toprak we başga jähtden deslapky öwrenmek maksady bilen gerek bolan planyny takmynan, göz çeni bilen almak bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin papka-planşet, **kompas, wizir çyzgyjy, eker, eklimetr, galam, millimetr çyzgyjy** we ş.m. gerek bolýar.

Plan almakda çyzyklaryň arasyndaky burçlar, grafikli usulynda ýasalýar we bu burçlaryň ululygyny tranportiriň kömegi bilen ölçemek ýoly bilen kesgitlemek bolar.

Marşrutyň planyny almakda tarapdaky çyzygyň öwrüm nokatlary daýanç punktlar bolup hyzmat edýär. Marşrut “*Marschrout*” diýen fransuz sözünden gelip çykyp, türkmen diline “*tarap*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Meýdanyň planyny almakda köpburçlyk şekilinde ýapyk poligon döredilýär. Töwerekdäki sudurlar planşete düşürilýär. Ýeriň relýefi gözçeni bilen çemeläp, gorizontallaryň kömegi bilen planşete teswirilenilýär. Yapyk poligonda ýalňyşlyk **1:500-den** geçmese, ýörelge(ýoly, geçelgesi) grafiki usulda düzülýär. Poligonyň galan ýerleri, ýagny sarata alynýan nokatlardan görünmeýän meýdanlar bolan ýagdaýda, diagonal ýörelgeden geçirilip we planşete düşürilýär. Esasy nokatlaryň (poligonyň) bir nokadyndan başlanan diagonal ýörelge, şu poligonyň ikinji nokady bilen birleşdirilmegi amala aşyrylýar.



6.1.1-nji surat. Çyzgyň görizortal kesiminiň uzynlygynyň kesgitlenişi.

Ýerde çyzygyň uzynlygyny ölçemekde  $D$  eňňitli çyzygyň uzynlygyny ölçeyäris (6.1.1-nji surat).

Çyzygyň gorizortal kesiminiň uzynlygyny aşadaky ýaly kesgitlemek mümkin:

$$D_0 = D \times \cos \nu = D - \Delta D$$

Ýapgytlyga düzediş formulasyny getirip çykarmak üçin ilki bilen ölçenen çyzygyň uzynlygyndan(D) onuň gorizont kesiminiň uzynlygyny(S) aýyrýarys , ony aşakdaky ýaly ýazýarys:

$$\Delta D = D - D_0$$

Formulada ornuna goýmak bilen

$$\Delta d = D - D \times \cos \nu = D(1 - \cos \nu) = 2 \times D \times \sin^2(\nu/2)$$

$$\Delta d = 2 \times D \times \sin^2(\nu/2)$$

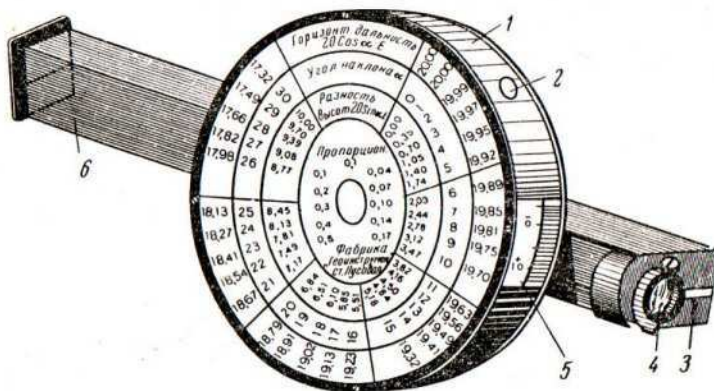
Bu ýerde  $\nu$  - çyzygyň ýapgytlyk burçy, onda

$$1 - \cos \nu = 2 \times \sin^2(\nu/2)$$

Ölçenen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$S = D - \Delta d$$

Şu alnan netijelere baglylykda ölçenen çyzygyň uzynlygy, elmydama onuň gorizont 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 aýlanýan 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 gorizonta 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 işleýişini, soňra bolsa wertikal tegelegiň erkin aýlanyşyny barlamak hökmanydyr. Eklimetr bilen çyzygyň ýapgytlyk burçuny ölçemegiň 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 perdet 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 ýaşaýan ýeriňiziň, islendik meýdanynyň ýönekeý planyny düzüp bilersiňiz. Surata almak üçin planşet (kagyz ýelmenen karton bukja), üç aýakly 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 ýalylary 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. Ölçeğiň 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 ölçemegiň 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, önünden ölçenen ýol uçastogynyň 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, adatça 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 uzakölçejjileriniň 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:

$$S=N \times D_{jubut} = 22 \times 1.75 = 38.5 \text{ m.}$$

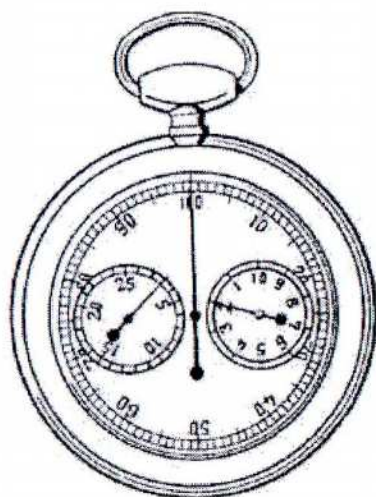
bolar

Ädimiň kömegi bilen aralygy ölçemegiň ortaça ýalňyşlygy hereketiň şertine we geçilen ýoluň uzynlygyna bagly bolup, ol 2-5 %-ni özünde saklaýar.

**Ädimleriň sanyny ädimölçejjiniň kömegi** bilen sanamak bolar (6.1.4-nji surat). Guralyň içinde çekiçjik 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 birligi we onluk ädimleri görkezýär, sag kiçi hasaply bölekde ýüzlük, emma çepdäki kiçide bolsa münlik ädimler sanalýar. Ädimölçejjini asma ýagdaýda öz eşiğiň bir ýerine baglamak bolar. Ädimlände yrgyldynyň netijesinde, guralyň mehanizmi hetekete gelýär we her bir ädimi sanaýar.

**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 sanyny 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 gümpeşliginden bári wagty  $3$ -e bölmek bilen aralygy kesgitlemek bolar. Meselem, ses ok atylandan gözegçä gelýänçä  $18 \text{ sek}$  wagt geçdi diýeliň, onda atylan okuň ýerine çenli aralyk:

$$D = \frac{18}{3} = 6;$$

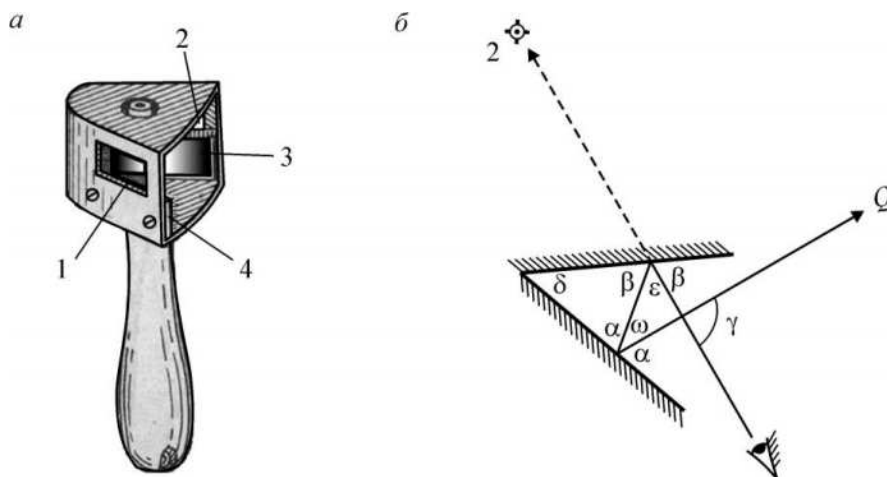
$D=6 \text{ kilometr}$  bolar.

**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, gelýän sesi eşitmek maksady bilen ýerleriň saýlanylyp alynmagy wajyp bahany alýar. Ýeri saýlap alanyňda, öwüsýän 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, *rekognessirowkanyň shemasy* çyzylýar.

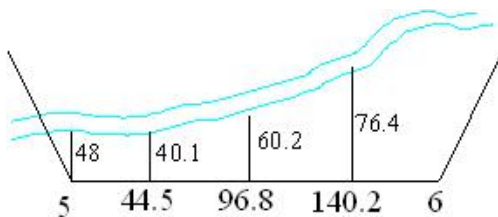
Rekognessirowkany şol ýeriň daşky araçaginden başlaýarlar. Onuň keşbi köp halatlarda egri çyzykly bolýar. Rekognessirowka wagtynda araçağıň egri çyzykly bölegi gönüçyzykly elementlere bölünýär, araçağıň häsiýetli öwrüm nokatlary saýlanyp alynýar. Surata alynýan territoriýanyň ölçegleri has uly bolanda, ony böleklere 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:

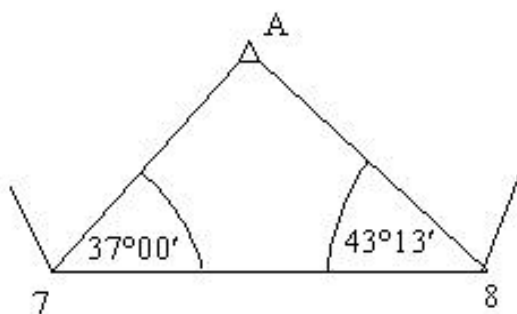
$a$  – guralyň görnüşi: 1, 2 - penjire; 3, 4 – zerkala;  $b$  – şöhleleriň ugry:  
2 – surata almag torunyň punkty;  $Q$  – perpendikulýaryň ugry;

Eger-de şeýle nokatlardan poligonyň ähli ýerinde sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda daşky araçäkdäki diagonal ýörelgäni belleýärler. Soňra, ýerde alnan nokatlary degişli belgiler bilen berkidip, olary kagyza 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, öwrülip geçmek, gabatlaşmak, çelgiden-çelgä ölçemek, parallel çyzyklar ýa-da olaryň kombinasiýalary ýaly usullary ulanmak bolar.



6.1.6-njy surat. Perpendikulýarlar ususy.

Meýdan ölçegleriniň önümçiliginde maglumatlaryň ýazgysy we surata alynýan sudurlaryň shematiki çyzygysy düzülip barylýar. Surata alynýan obýektleri we ähli ölçegleriň netijeleri görkezilýän çyzga *abris* diýilýär. „*Abris*“ gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline „*Ýeriň üstüniň göçürilen çyzygysy*“ diýen ýaly manyda terjime edilýär. *Kroki* sözi abrisiň bir manysy bolmak bilen, ol fransuzça „*Crogius*“ sözidir we ol türkmen diline „*Ýer üstüniň taslamasyny çyzmak*“ diýen ýaly manyda terjime edilýär. Ol kameral şertlerinde plan düzmegiň esasy resminamasy bolup durýar. Abris galamda çyzylyp, ondaky göni çyzyklar çyzygyň kömegi bilen, egri çyzyklar bolsa elde çyzylýar. Abris, düzülýän planyň masştabyndan has uly masştablarda düzülýär. Şular ýaly surata almaga **gorizontal** ýa-da **sudur surata** almagy diýilýär. Meýdan ölçegleriniň materiallary(maglumatlary) boýunça ýer üstüniň plany düzülýär.



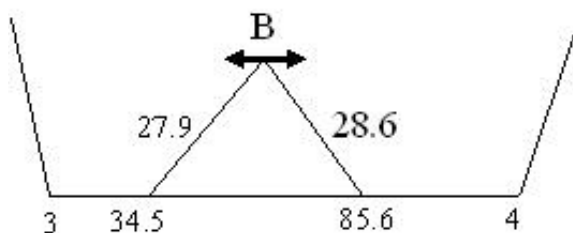
6.1.7-nji surat. Burçly kesişdirmek usuly

Gözçeni bilen geçirilýän surata almagynda geçiş nokatlary, surata almagyň esasy bolup hyzmat edýär. Olary iş geçirilýän wagtynda kesgitleýärler. Birinji nokatda surata almagy gutaryp, planşetde ikinji nokadyň ýagdaýyny tapýarys. Edil şu işler ýaly beýleki nokatlar boýunça hem işler geçirilýär. Bu ýagdaýda, berlen nokada gelip onuň planşetdäki ýagdaýyny başga ýerde alýarys, şonuň üçin planyň takyklygy peselýär.

Ýerli predmetleri nokatdan we poligonyň dürli taraplaryndan surata almakgyň birnäçe usullary bardyr. Olardan: *gönüburçly koordinatlar*, *çyzykly we burçly kesişmeler*, *polýar*, *gabatlaşdyrmak*, *aýlanyp geçmek* ýaly usullary bellemek bolar.

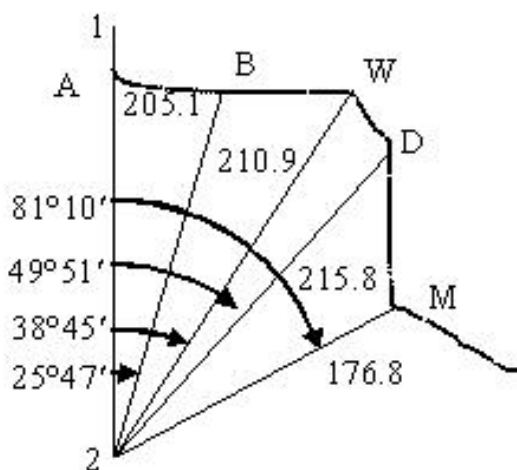
**1. Gönüburçly koordinatlar usuly.** Bu usulda nokadyň ýagdaýy daýanç çyzyga perpendikulýar çyzyklary düşürmek bilen alnyp barylýar. Şol sebäpli, oňa perpendikulýarlar usuly hem diýilýär. Usulda iki daýanç nokady baglanyşdyrýan çyzyga sistemanyň absissa oky diýip alynýar we daýanç nokatlaryň birini sistemanyň başlangyjy hökmünde alýarys. Haýsy hem bolsa, nokadyň ýagdaýyny tekizlikde kesgitlemek üçin, kesgitlenýän nokatdan absissa okuna perpendikulýarlary inderip, başlangyç nokatdan absissa oky boýunça perpendikulýara çenli aralygy we perpendikulýaryň uzynlygyny ölçemek geçirilýär (6.1.5-nji surat). Suratdan görnüşi ýaly, perpendikulýarlara çenli aralyklar:  $0\text{ m}$ ,  $44.5\text{ m}$ ,  $96.8\text{ m}$ ,  $140.2\text{ m}$  we ş. m., perpendikulýaryň uzynlyklary:  $48.0\text{ m}$ ,  $40.1\text{ m}$ ,

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 däl. **1:10000** masştably surata almakda bolsa 100 metre çenli bolmalydyr.



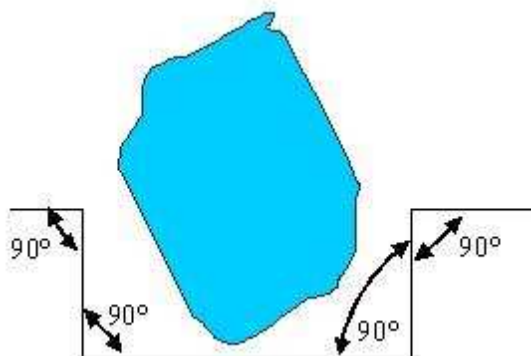
6.1.9-njy surat. Polýar usuly.

**2. Burçly kesişdirmek usuly.** A nokadyň ýagdaýyny burçly kesişdirmek usuly bilen kesgitlemek üçin (6.1.7-nji surat)  $\angle 87A$  we  $\angle A87$  burçlary ölçýäris. 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 ölçýäris. Edil şular ýaly hem B nokadyň ýagdaýyny tapmak bolar.

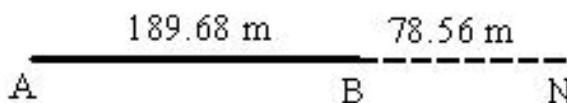
**4. Polýar usuly.** Bu usul bilen surata almak teodolidiň, menzulanyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär (6.1.9-njy surat). Onuň üçin wizir çyzygyny 2 nokada goýup, ony 1 nokada seretdirýäris. A, B, W we M sudurly nokatlary surata almak üçin, şol nokatlarda reýkany goýup, uzakölçýjiniň kömegi bilen radius-wektoryň uzynlygyny (205.1 m, 210.9 m, 215.8 m we 176.8 m) ölçýäris we

her bir deňişli nokatlardan gorizental tegelekden hasaplary alyarys. Bu bolsa 2-1 çyzyk bilen *radius-wektorlaryň* arasyndaky gorizental 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 ölçeň lentasyny ulanýarys.



6.1.11-nji surat. Gabatlaşdyrmak usuly.

**6. Gabatlaşdyrmak usuly.** Bu usulda ilki bilen iki sany nokady alýarys, bu nokatlara tarap ugurda agtarylýan nokadymyzy tapýarys, soňra edil şu ugurlary beýleki tarapa hem geçirýäris. Şu iki çyzygyň kesişmegi netijesinde agtarýan nokadymyzy alarys (6.1.11-nji surat).

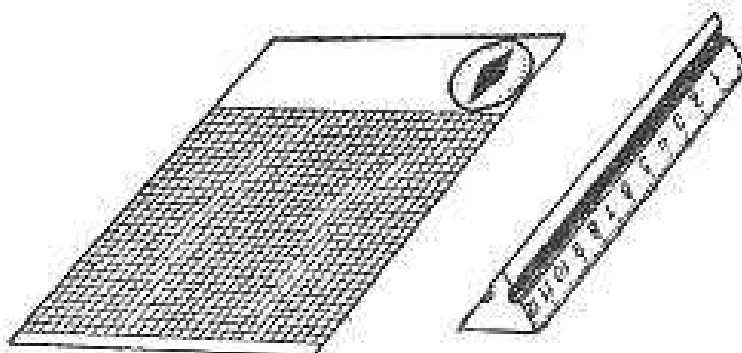
**7. Ölçemek usuly.** Nokatlaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek bilen bilelikde, şu çyzyklaryň ugrundaky häsiýetli obýektlere çenli aralyklary ölçeýäris we onuň plandaky ýagdaýyny tapýarys.

**8. Parallel çyzyklar usuly.** Bu usulda surata alynýan ýeriň üstünde kesgitlenen aralyklardan parallel çyzyklary 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 gorizonta 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 “*bahasy*” 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 arasyny 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.

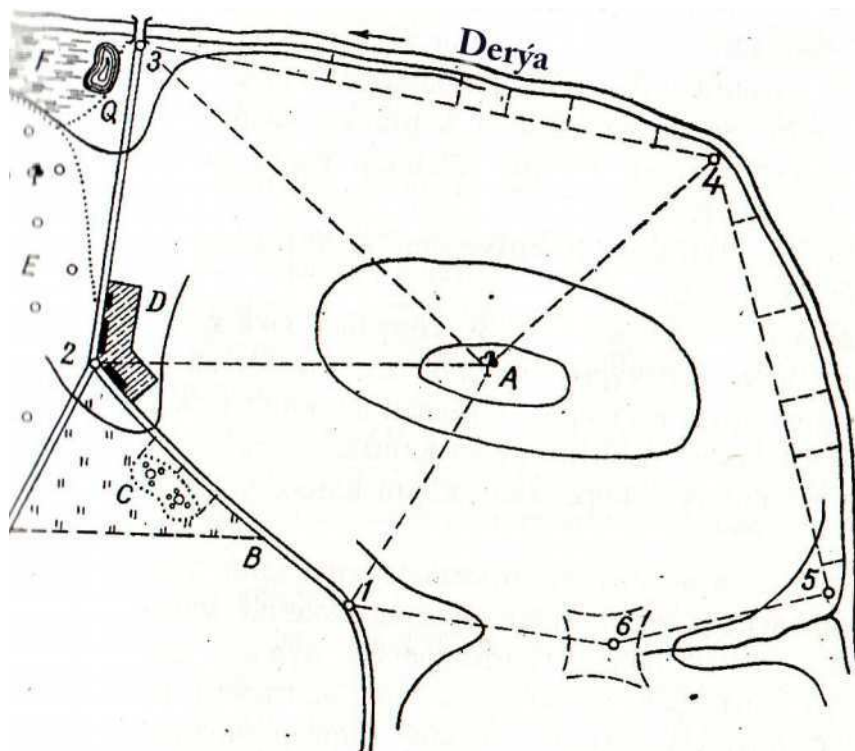
Eger-de surata alynýan ýer uly bolsa, onda surata alynýan ýeri, onuň daş töweregi boýunça birnäçe stansiýalara bölmek bilen geçirmek bolar.

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 başlaýars. Onuň netijesinde, rekognessirowkanyň shemasyny alýars. 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 gorizonta ýagdaýda ornaşdyryp, ony (6.1.12-nji surat) gözyetimiň ugurlaryna görä ugrukdyrýars. Soňra 1-2 nokatlaryň arasyndaky aralygy ädimlemek ýoly bilen ölçeyäris, alnan çyzygyň uzynlyklaryny düzülýän planyň masşabynda 1 nokatdan 2 nokada ugurda alyp goýýars. Netijede, planşetde 2 nokadyň ýagdaýyny alarys. Çyzygyň oriýentirleniş burçuny, ýagny onuň magnit azimutyny 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 nyşanalajy

çyzgyç bilen oriýentirlenip, şu ugurda planşetde çyzygy galamyň kömegi bilen geçirýäris. Soňra 2-3 çyzygyň uzynlygyny ädimläp ölçeyäris. Alnan netijäni, planyň masştabynda 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 çyzygyň kömegi bilen nyşanalap, çyzygyň uzynlygyny ädimlemek ýa-da beýleki usullary ulanmak bilen ölçäp, olaryň arasyndaky aralygy planyň masştabynda 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 çeni bilen plany almakda goldaky aralyk ölçeyji, eklimetr, eker, golda göterilýän niwelir we kompas ýaly gurallardan giňden peýdalanmak bolar. Bu surata almaga *ýarym instrumental plan* almagy diýilýär (6.1.13-nji surat).

## VI.2. TEODOLIT PLANYNY ALMAK

### 6.2.1. Umumy düşünje

Haýsy hem bolsa bir ýer üstüniň kartasyny, planyny we profilini gurmak üçin geçirilýän işleriň ýygynyndysyna *plan almak* diýilýär.

Planlar näme maksat, nähili usul, nähili gurallaryň kömegi bilen alynýanlygyna we beýleki häsiýetlerine seredilip dürli-dürli bolýarlar. Plan almagyň maksadyna seredip *sudurly*, *beýiklik* we *topografiki ýalylara* bölünýär.

Planda ýer üstüniň sudurlary teswirlenen bolsa, onda oňa sudurly (konturly) *plan almak* diýilýär. Sudurly plany almakda ýerdäki çyzyklaryň ugurlarynyň arasyndaky gorizonta burçlar we çyzyklaryň uzynlyklary ölçenilýär. Onuň üçin burç ölçýji *gural - teodolit* işledilse, bu usula *teodolit plan almagy* diýilýär. Kiçi ýeriň çäginin uly masştably planyny düzmekde aşakdaky planlar alynýar:

1) Planda ýer üstüniň relýefi teswirlenen bolsa, onda ol *wertikal* ýa-da başgaça aýdanda *niwelir* plany diýilýär. Niwelirlemegiň netijesinde ýeriň üstündäki nokatlaryň beýgelmeleri we absolýut ýa-da otnositel beýiklikleri kesgitlenilýär. Netijede, ýeriň üstündäki çyzygyň profili hem-de relýefi gorizonta bilen teswirlenen plany alynýar.

2) Eger-de sudurly we wertikal surata almak bilelikde geçirilse, onda oňa *topografiki plan* almagy diýilýär. Topografiki plan almagyň netijesinde ýer üstüniň relýefi we sudury berlen kartasy ýa-da plany emele gelýär.

Topografiki plan almagy öz gezeginde instrumental we *fototopografiki* plany almak diýen toparlara bölünýär. Instrumental plan almagy işledilýän guralyň ady bilen manydaşdyr. Meselem, topografiki plany almakda gorizonta we wertikal burçlary ölçýän *gural-taheometr* işledilse *taheometriki plany* almak, eger-de gorizonta burçlary grafiki usulda çyzýan we wertikal burçlary ölçýän *gural-kipregel* işledilse menzula bilen plan almagy diýlip aýdylýar. Taheometr we menzula toplumy bilen plany almagyny kiçiräk ýer böleginiň, kiçi masştably topografiki kartasyny ýa-da planyny düzmekde peýdalanylýar.

Fototopografiki plany almak öz gezeginde ýerde geçirilýän *fototopografiki* hem-de *aerofototopografiki* plan almaklyga bölünýär. Fototopografiki plan almaklyga iş ýüzünde *stereofototopografiki plany* almaklyk hem diýilýär. Munda, fotoapparat bilen teodolitiň birikmesinden ybarat *bolan gural-fototeodolit* işledilýär. Plany almakda fotoapparat bilen ýeriň üsti surata alynýar, teodolit bilen bolsa gorizonta we wertikal burçlar ölçenilýär. Alnan suratlar we ölçegleriň netijeleri fotogrammetriki usulynda gaýtadan işlenilýär ýa-da hasaplanylýar. Şu maglumatlaryň esasynda, ýer üstüniň topografiki kartasy ýa-da plany düzülýär. Bu usula başgaça fototeodolit bilen plany almak hem diýilýär. Bu usul beýleki usullaryň ulanylmak mümkinçiliginiň bolmadyk, daglyk ýerleriň sebitlerini surata almakda ulanylýar. Şu usul, adatça ýol guruluşygynda, gazylyp alynýan peýdaly baýlyklary gözlemekde, süýşýän çägelini ýerlerde, çägeniň göwrümünü kesgitlemekde we ş.m. giňden ulanylýar.

Aerofototopografiki planyň materiallary (aerosuratlar) täzeden işlenilip topografiki karta ýa-da plan düzülýär. Topografiki planyň maglumatlarynyň köp

bölegi kärhanada işlenilýär we iş wagty gysgaldylýar. Şonuň üçin, topografiki kartany düzmegiň aerofototopografiki usulynda işi tiz ýerine ýetrilmek 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 tehnikî 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 Goranmak 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.

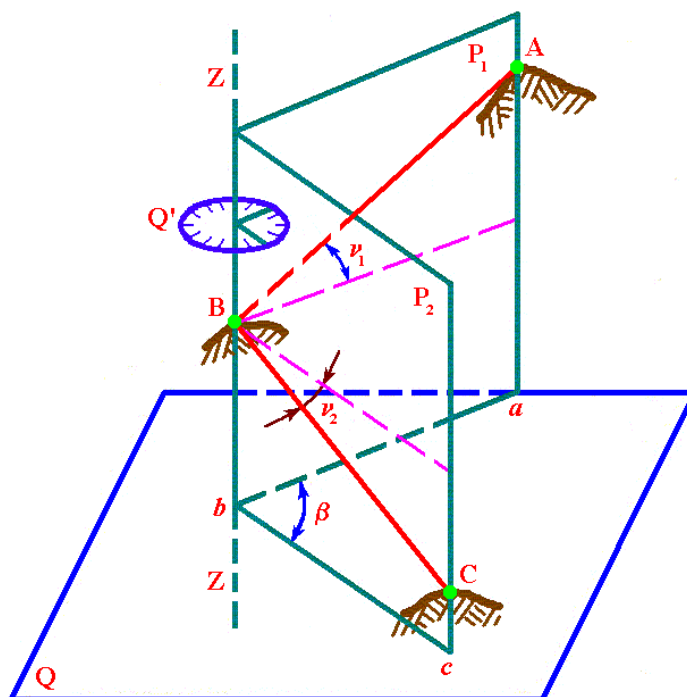
Plan almagyň torlary ýer üstüniň çylşyrymlygyna hem-de plan almagyň torunyň nähili maksat bilen gurulýanlygyna seredip alynýar. Adatça, özleşdirilmedik beýikli - pesli ýerlerde we ymaratlaryň gurulmadyk açyk ýerlerinde analitiki torlar gurulýar. Özleşdirilen we baglar ösüp oturan hem-de binalaryň bar 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, fototriangulýasiýa hakyndaky maglumatlar bolsa aerofototopografiýa usulynda plan almak babynda berlendir.

Teodolit ýörelgesi 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 gorizonta we wertika burçlary ölçemek gerek bolýar. Gorizonta burçy ölçemegiň prinsipine seredip geçeliň (6.2.1-nji surat).  $Z$  nokatda gorizonta  $Q$  tekizligi geçireliň,  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň ugry  $ZZ$  wertika çyzykdan geçýän  $P_1$  we  $P_2$  wertika tekizlikleriň kömegi bilen  $Q$  tekizlige teswirlenilse, gorizonta we wertika tekizlikleriň özara kesişmegi netijesinde  $ab$  bilen  $bc$  çyzyklar döreýär. Bu çyzyklaryň arasynda gorizonta burçy belgileýäris.



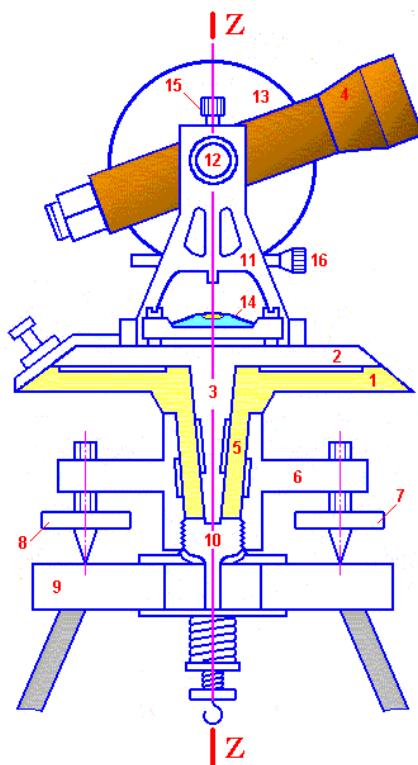
6.2.1-nji surat. Gorizonta burçy ölçemegiň prinsipi.

Diýmek, ýerdäki bir nokatdan çykan iki uguryň, ýagny  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň gorizonta  $P$  tekizlikdäki teswirleriniň (proýeksiýa-larynyň) arasyndaky emele gelen gorizonta burçdyr. Bu burçuň bahasyny ölçemek üçin merkezi burçuň depesinden ( $Z$ ) wertika çyzyga ( $ZZ$ ) gradus we minutlara bölünen tegelek - limb ornaşydylan diýip pikir edeliň. Tegelekde gorizonta burçy emele getirýän  $bc$  we  $ba$  taraplaryň arasyndaky duga ( $ca$ ), başlangyç  $c$  hem-de ahyrky  $a$  nokatlar belgilenen wertika tekizlikler hem gerekdir. Bu wertika tekizliklere *nyşanalayjy* tekizlikler diýilýär. Burç ölçeyän gurallarda nyşanalamagyň wezipesini görüň

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 sazlaýjy bar. Bu sazlaýjy hasaply bölek görnüşünde bolup, oňa wernýer diýip aýdylýar.

Ýeriň üstünde gorizonta burçy ölçemekde işledilýän gural aşakdaky esasy böleklerden: gorizonta burçuň proýeksiýasyny 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. Teodolidiň 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 proýeksiýasynyň, 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. Teodolodiň gurluşy.

Ýapgytlyk burçlary ölçemek üçin teodolidiň 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 böleklerine 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) gorizental 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) ilgije asylýar. Teodolidiň görüş trubasy (11) gorizental 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 gorizental 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) gorizental tegelegiň limbinde hem-de alidadasynda hem bardyr. Nurbatlaryň alnyşy teodolitleriň görnüşlerine we takyklygyna baglydyr. Limbiň tekizligini gorizental, 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 gorizental tegeleklerden hasaplary almak üçin), häzirki zaman teodolitlerinde *optiki mikroskoplar* ulanylýar.

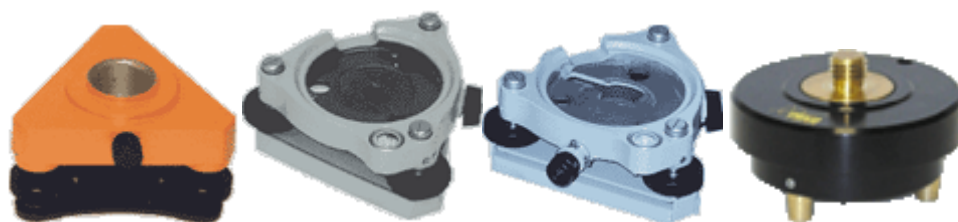


6.2.3-nji surat. Ştatiwiň görnüşleri.

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.

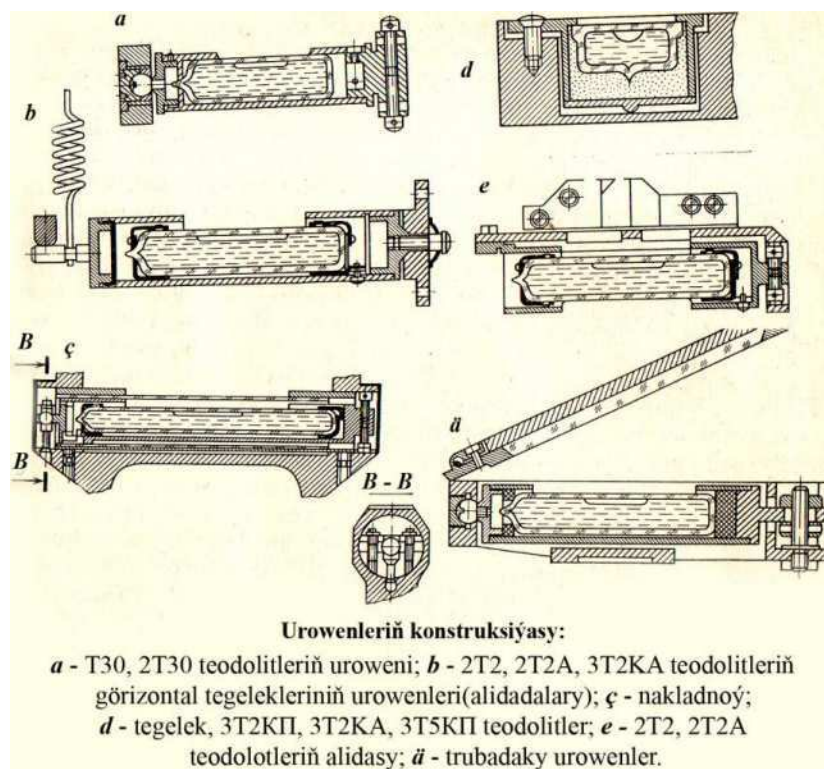
### 6.2.3. Teodolidiň ornaşdyryş bölekleri

**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 direkler 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.

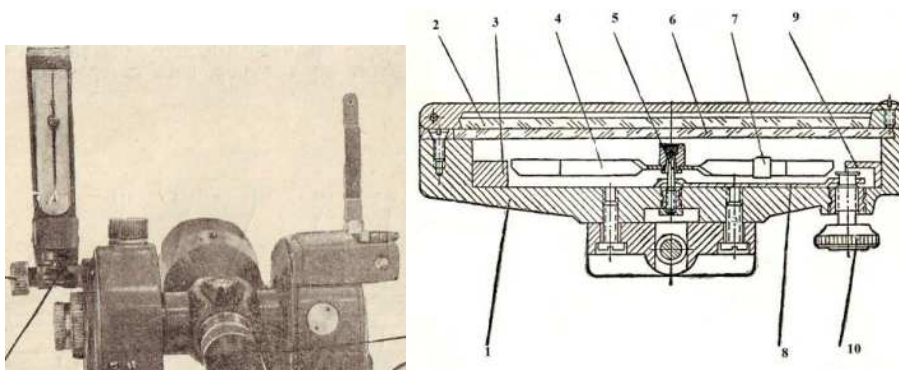
**Asma ýükjagaz.** Asma ýükjagaz teodoliti nokatda merkezleşdirmek, ýagny onuň aýlanma okuny ýerdäki nokadyň merkezine dogurlamak üçin hyzmat edýär. Ýükjagazyň agramy 100-150 gram gelýän ötgür uçly 1.0-1.5 metr ýüpli metaldyr. Teodolidiň aýlanma okuny nokada merkezleşdirmek üçin, asma ýükjagaz ştatiwiň depesinde ornaşdyrylan nurbatyň ilgijine asylýar.



6.2.5-nji surat. Teodolitlerde ulanylýan urowenler.

**Metal goýguç (metalliçeskaýa podstavka).** Metal goýguç teodolidiň işçi bölegini ştatiwe 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 gorizontall 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 ( $2\text{ mm}$ ) *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:

$$r'' = \frac{L}{R} \text{ mm-e deňdir.}$$

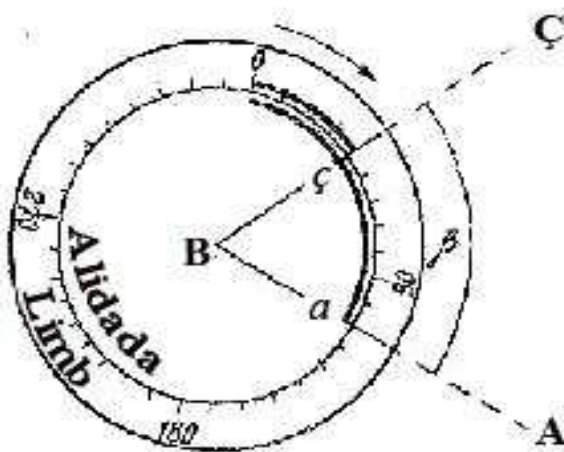
Bu ýerde  $L$  - uroweniň hasap böleginiň çyzyk uzynlygy;  $R$  - uroweniň naýçasynyň ýaýynyň radiusy;  $r''$  - burçuň radian bahasy. Uroweniň bir böleginiň bahasy ( $2\text{ mm}$  aralykdan alynýar) belli bolsa, onuň okunyň gözýetimiň ugurlaryna baglylykda näçe gyşarýandygyny bilmek kyn düşmez. Meselem, bölegiň bahasy  $30''$  bolsa, uroweniň düwmesi nol punktdan iki bölek geçse, oky gorizontall tekizlige baglylykda  $2 \times 30'' = 60''$  gyşaran bolýar.

**Oriýentir-bussol** (6.6-njy surat). Oriýentir - bussol teodolidiň gorizontall 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. Teodolidi oriýentirlemekde gorizontall tegelegiň limbiniň noly bilen alidadanyň noly gabat getirilip, limbiň berkidilen ýagdaýynda teodolidi aýlamak bilen demirgazyk ugur tapylýar we limb berkidilýär. Soňra,

alidadanyň 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, böleklere (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.



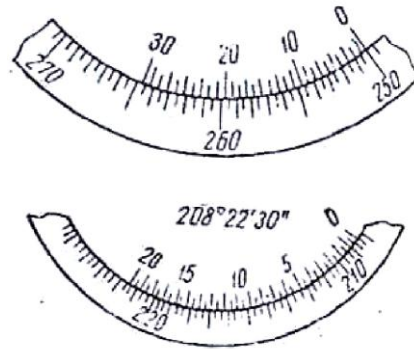
6.2.7-nji surat. Teodolidiň görizortal tegelegi.

**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. Gorizortal we wertikal burçlary ölçemekde burçlar teodolidiň gorizortal, wertikal tegeleklerine teswirlenilýär we limbden, alidadanyň 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, alidadada çyzylan hasaply bölekdir. Limbiň we alidadanyň bölekleriniň bahalaryny aşakdaky formula boýunça tapmak bolar:

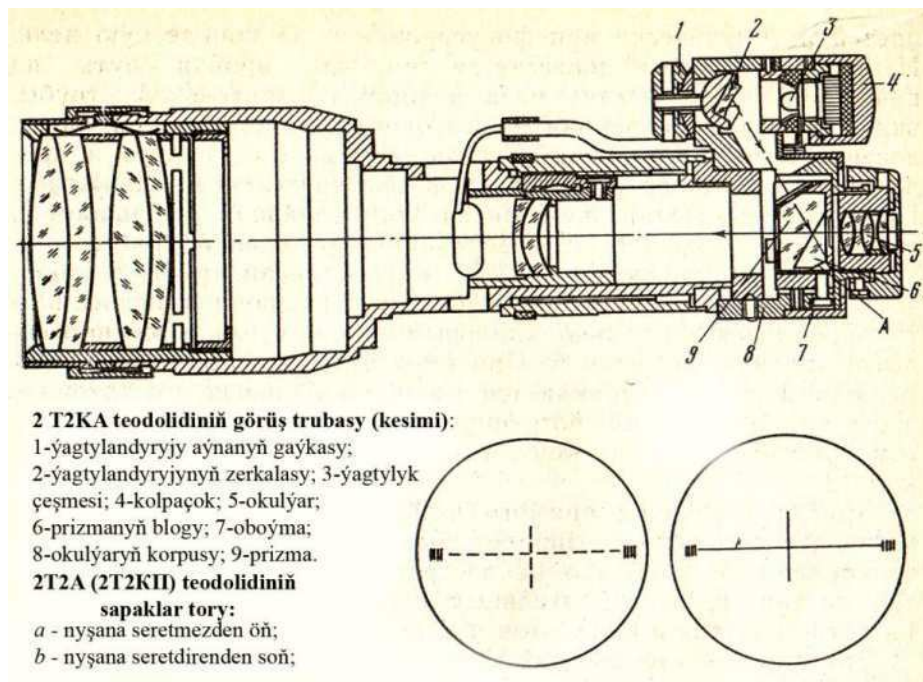
$$t = \frac{l}{n-1}$$

Bu ýerde  $l$  - limbiň böleginiň bahasy;  $n$  - alidadaky hasaply 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.



6.2.9-njy surat. 2T5KA teodolidiniň görüş trubasy.

**Görüş trubasy.** Görüş trubasy (6.2.9-njy surat) geodeziki guralyň esasy işçi bölekleriniň biri bolup, ol görünýän nokady anyk wizirlemek üçin hyzmat edýär. Görüş trubasy iki sany optiki sistemadan: obýektiw ( $u_1$ ) we okulýar ( $u_2$ ) silindr görnüşli metal turbalaryň içine ýerleşdirilen, şonuň üçin hem bu trubalar *obýektiw* we *okulýar* trubalary hem diýip atlandyrylar. Okulýar trubasynyň linzasy, okulýaryň aşagyndaky *diafragma* diýip atlandyrylýan, çýüşe plastinkaly, halka sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen birleşdirilýär. Çýüşe plastinka sapakly ýüpjagazlaryň tory çyzylandyr (6.2.10-njy surat). Sapaklar torynda gorizont al we wertikal çyzyk - *nyşanalayjy* çyzyklary, çetki iki gorizont al çyzyklar bolsa sapakly uzakölçeýji çyzyklary bolup durýar. Sapaklar torunuň oňat, aýdyň görünmegini üpjün etmek maksady bilen okulýar trubasyny geregiçe aýlandyryars. Sapaklaryň kesişen esasy nokady we obýektiwiň optiki merkezi arkaly geçen çyzyga teodolidiň *nyşanalayjy* oky diýilýär.

Häzirki wagtda, görüş trubalary içinden foksirlenýän teodolitler işlenilip çykarylýar. Bu görüş trubada obýektiw bilen sapaklar tory diafragmanyň arasynda linzaly truba ýerleşdirilendir. Fokuslaýjy linzaly obýektiwe *teleobýektiw* diýilýär. Fokuslaýjy linzany iki tarapa süýşürmek ýoly bilen teleobýektiwiň fokus aralygy özgerdilýär. Netijede, seredilýän obýektleriň aýdyň we oňat şekili görünýär.

Görüş trubasy esasan, ulaldyp görkeziş meýdany we aýrylygy bilen häsiýetlenýär. Görüş trubasynyň ulaldyş koeffisiýenti aşakdaky formula bilen aňladylýar:

$$g = \frac{f_1}{f_2}.$$

Bu yerde  $f_1$  - obýektiwiň fokus aralygy;  $f_2$  - okulýaryň fokus aralygy.

### 6.2.5. Teodolitleriň görnüşleri

Teodolitler gurluşy, takyklygy we hususy häsiýetleri babatynda birnäçe toparlara bölünýärler.

Limbiň metal goýguja birleşdirilişi boýunça teodolitler: *ýönekey* we *gaýtalanýan* ýaly toparlara bölünýär. *Ýönekey* (sada) teodolitler metal goýgujyna aýlanmaz (bilelikde) ýaly berkidilýär. Teodolit metal goýgujyna baglylykda dürli ugurlara aýlanýan bolsa, onda bu *gaýtalanýan* bolýar. Gaýtalanýan teodolitler bilen gorizont al burçlary limbiň dürli ýagdaýynda ölçemek we takyk netijäni almak bolar. *Ýönekey* teodolitler bilen gorizont al burçlary, limbiň islendik ýerinde ölçemek mümkinçiligi bolmaýar. Olarda sag we çep gorizont al tegeleklerden alnan hasaplar 180° tapawut edýär. Soňky ýyllarda işlenilip çykarylýan teodolitleriň ählisi *gaýtalanýan* teodolitlerdir.

Teodolitleriň metal ýa-da aýna limbli görnüşleri bolýar. Çýüşe limbli teodolitlerde optiki mikroskoplar bolýanlygyndan, hasaby amatly almak üçin, mikroskop görüş trubasynyň okulýarynyň ýanynda ýerleşdirilendir. Olar metal

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, laboratoriýa 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

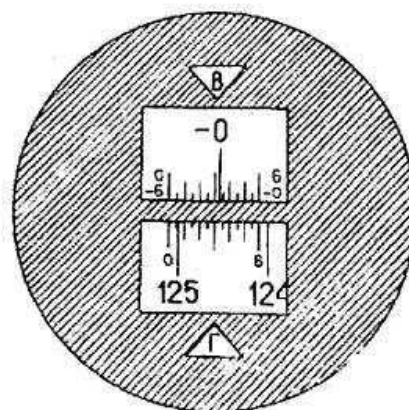
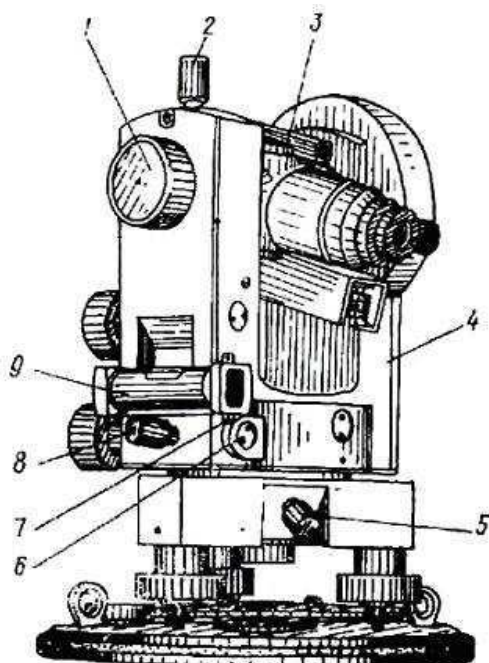
Häzirki zaman optiki teodolitleriniň limbi çýüşeden ýasalandyr. Görüş trubalary içinden fokuslanýar. Gorizonta we wertikal tegeleklerden hasaplary almak üçin, görüş trubasynyň okulýarynyň ýanyna mahsus mikroskop ornaşdyrylandyr. Mikroskopyndan seredende indeks bölekli çýüşe plastinkada gorizonta we wertikal 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  $18^x$ , 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 azimuthyny 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:

$$G = 125^{\circ}06.6'$$

$$W = 0^{\circ}27.5'$$

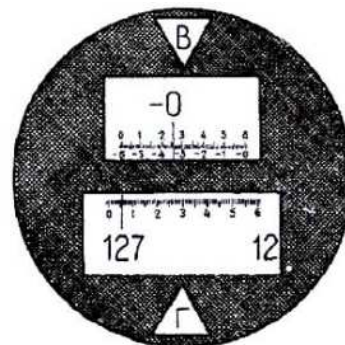
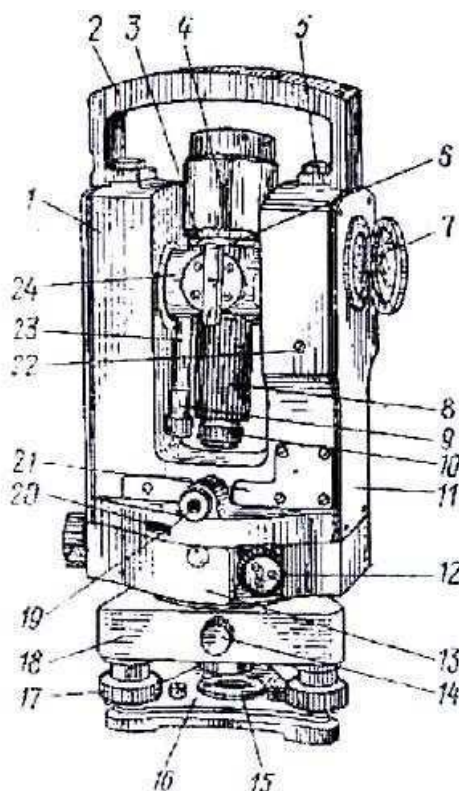
#### 6.2.11-nji surat. Teodolit 2T30II:

- 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 tegelekdäki sisilndrik urowen.

**OTM-30 teodolidi.** Bu teodolitde görüş trubasynyň nyşanalajy 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 bölekler 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 silindrik 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 - tutgyç; 3 - nyşanajyk; 4 - görüş truba; 5 - nurbat;  
 6 - nyşanalamagyň kollimonatory; 7 - aýna; 8 - kramaýer;  
 9 - mikroskopyň okulýary; 10 - görüş turbanyň okulýary;  
 11 - gapdal gapagy; 12 - nurbat; 13 - aşagyň gutusy; 14 - goygujyň  
 berkidişi 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 gorizantal we wertikal burçlary  $30''$ -lyk takyklyk bilen ölçemek bolar. Teodolidi merkezlişdirmegi 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, gorizantal tegelegiň silindirlik 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 görnüşli), ýagny teodolitden aýry ýagdaýda ýasalandyr. Bu bolsa teodeolit ýörelgesini (geçelgesini) geçirmekde gorizantal burçlary üç ştatiw usulynda ölçemäge mümkinçilik berýär. Teodeolit

wertikal burçlary ölçemek 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 razrýadly 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.



6.2.14-nji surat. **T-16 Wild** firmasynyň (Şwesariýa) teodolidi.

Teodolit bilen bilelikde komplekte magnit azimuty kesgitlemek üçin niýetlenen bussol, güne we nyşanalamagyň minimal aralygyny gysgaltmak üçin görüş trubanyň okulýaryna geýdirmek üçin geýdirgiç (nasadka) girizilendir.

Gorizonta we wertikal burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 5" baha deňdir.

**T-16 teodolidi.** Bu teodolit (6.2.14-nji surat) *Şwesariýanyň WILD firmasynyň* takyk hasap bölekli teodolitler toparyna degişlidir. Bu teodolit, geodeziýada we inženerçilik geodeziýasynda, köp görnüşli mysallary çözmekde giňden ulanylýar. Guralyň optiki mikroskopynyň hasaply bölegi takyk we ýeňil okalýar. Bu bolsa, işleýänlere uly ýeňillikleri döredýär.

Gural amatly optiki asmasy, wertikal tegelegiň alidadasy, kompensator we mejbury merkezleşdiriji bilen üpjün edilen. Bu teodolit **DISTOMAT** seriýaly islendik görnüşli ýagtylyk elektron uzakölýjileri bilen kybaplaşdyrylandyr. T-16 teodolidiň tehniki häsiýetnamasy 6.1-nji tablisada berlendir.

6.2.1-nji tablisa

**T-16 teodolidiniň tehniki häsiýetnamasy**

| Tehniki häsiýetnamasy                        | Ululygy         |
|--|-----------------|
| Görüş trubasynyň ulaldyşy                    | 30 <sup>x</sup> |
| 1000 m-de görüş meýdany, metrde              | 27              |
| Nyşanalamagyň in gysga uzaklygy, metrde      | 1,7             |
| Standart gyşarmasy                           | 3"              |
| 360°-da göni hasap                           | 3"              |
| 360°-lyk hasaplary bahalamak                 | 3"              |
| Wertikal tegelegiň alidadasynyň kompensatory | Maýatnikli      |
| Işçi diapazony                               | ±2'             |
| Takyklygy                                    | ±2"             |
| Silindirik uroweniň 2 mm-de duýgurlugy       | 30"             |
| Agramy: guralyňky, kg                        | 5,8             |
| <b>Gabynyňky, kg</b>                         | 2,8             |

**WILD T1000 teodolidi.** Elektron *WILD T1000* (6.2.15-nji surat) teodeolidi topografiki we kadastr surata almalaryny geçirmekde, in oňat we amatly gural bolup, onda burçlary ölçemeginiň standart gyşarmasy  $\pm 3''$ -a deňdir. Bu teodolit burçy ölçemegiň absolýut mehanizmi bilen üpjün edilip, elmydama surata almaga taýýardyr. T1000 teodolidiniň iki sany modeli bolup, iki tarapda hem perdeli klawiýaturasy we indikatory, şonuň ýaly-da maglumatlary ýazar ýaly gurluş bilen üpjün edilendir. Ony “*Wild*” firmasynyň islendik görnüşli elektron ýagtylyk uzakölçejileri bilen birleşdirip bolar. Klawiaturasy reňkli ýasalyp bolup, onuň bilen işlemek örän amatlydyr. Bir peraniň basylmagy bilen burçlaryň we aralyklaryň awtomatiki ölçenilişi barlanylýar.

Elektron T1000 teodolidiniň tehniki häsiýetnamasy 6.2.2-nji tablisada berlendir.

## 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"              |
| wertika 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 geçirmeýän teodolittir. DT100 tapgyrly sanly teodolidi bolmak bilen, *TONCON* kompaniýasynyň bu teodolidi göz bilen optiki mikroskopa seredip, hasap alynmagyny talap etmeýär. 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 ondürüjiliginı has-da ýokarlandyrýar.



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 uzakölçejjileri bilen bilelikde ulanylmagy;
- RS-232C portunyň üsti bilen berlenleri çykarmak;

· döwüji okulýarlarynyň, günden goraýjy filtrliriniň, 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 ýasalyar. Emma guralyň könelmegi we şikes-lenmegi mümkindir. Şonuň üçin teodolidi işletmezden öňürti, 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 bölekleriniň (nurbatlarynyň) sazlaşykly işleýşi, limbiň bölek kesimleriniň dogrulugy, alidadanyň eksentritetiniň ýokdugy, uroweniň düwmesiniň yerinden erkin we mylaýym gozganyşy, görüş trubasynda sudurlaryň (ýerdäki elementleriň) anyk, rowşen görnüşi, sferiki we hromatiki aberrasiýanyň täsiriniň ýoklugy anyklanylýar.

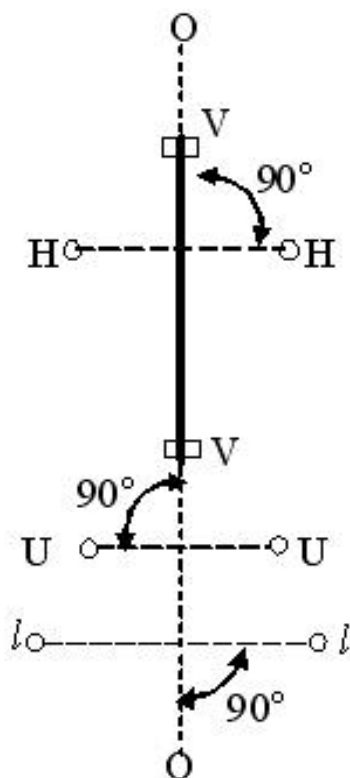
*Teodolidi sazlamak* diýende - guralyň düzüliş şerti boýunça, aýry-aýry bölekleriniň (oklarynyň) arasyndaky özara geometriki arabaglanyşygy geregiňçe düzetmäge düşünilýär. Teodolidi derňemezden we sazlamazdan öňürti, ony şatiwe berk ornaşdyryp limbiň, alidadanyň, görüş turbasynyň oklarynyň daşynda erkin hem bökdençsiz aýlanyşyny berkidiji, göteriji, öwrüji 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 tegelekäki 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. Soňra, işleriň dogry geçirilenligini barlamak maksady bilen, ikinji ugry  $180^\circ$  aýlandyrýarys, şu ugurda uroweniň düwmesi nol punktda 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 gaýtalanýlar. Gorizonta tegelekde ikinji urowen bar bolsa, onda ony hem birinji usul ýaly barlamakdaky ýaly işler geçirilýär we teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýarlygy anyklanylýar.



6.2.18-nji surat. Teodolidiň esasy oklary.

2. *Görüş trubanyň nyşanalayjy 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 nyşanalayýarys hem optiki mikroskopdan (gorizonta tegelekden) hasabyny alýarys. Görüş trubasyny zenit boýunça aýlandyrýarys we alidadany  $180^\circ$  burça burup, görüş trubasyny

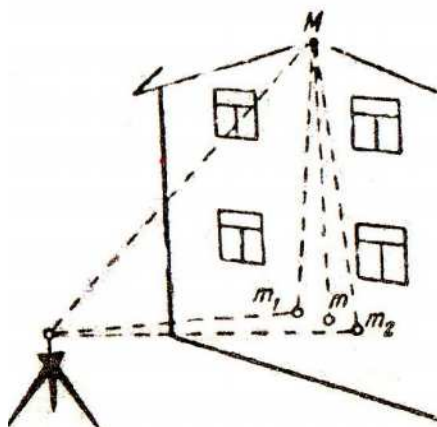
ýene-de şol nokada nyşanalaýarys we optiki mikposkopyň  $R(L)$  hasaby alýarys. Alnan hasaplaryň bir-birine deň bolmagy, turbanyň nyşanalaýjy okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýardygyny görkezýär. Hasaplaryň tapawudy mikroskopyň takyklygyny 3-e köpeldilmekden uly bolsa, ony düzetmek bilen dogurlamak zerurdyr. Şular ýaly baha *kollimasion ýalňyşlygy* diýilýär. Kollimasion ýalňyşlygy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$2t = \frac{R - L \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu ululygy görizortal tegelekde goýmak üçin bahasyny ( $n-i$ ) aşakdaky formula arkaly tapýarys:

$$n = \frac{R + L \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu hasaby alidadanyň öwrüji 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 diýip hasaplanylýar. Eger-de olar bir-birine gabat gelmese, onda görüş trubanyň

aýlanma oky, teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýar däl hasaplanylýar. Şu näsazlygy aradan aýyrmak üçin,  $m_1$  we  $m_2$  nokatlary birleşdirýän çyzygy deň ikä böleliň we  $m$  diwarda nokady belleýäris. Soňra görüş trubasynyň bir tarapdaky sazlaýjy nurbatlaryndan birini burup boşadyp, ikinjisini burup berkitmek arkaly sapaklaryň kesişen nokady diwardaky  $m$  nokadyň üstüne dogry getirilýär.  $Mm_1$  we  $Mm_2$  ugurlaryň arasyndaky burç  $0,5'$ -dan köp bolmaly däl. Onuň bahasyny aşakdaky fyaly hasaplanylýar:

$$i = \frac{m_1 \cdot m_2}{2 \cdot M \cdot m_2}.$$

**1-nji mysal.** Eger-de  $Mm_1=1 \text{ mm}$  we  $Mm_2=3,6 \text{ mm}$  bolsa, onda  $i$ -ni aşakdaky ýaly taparys:

$$i = \frac{1 \cdot 3400}{2 \cdot 3600} = 0,5'.$$

4. *Sapaklar torunyň wertikal çyzygynyň, trubanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti barlamak üçin, guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirýäris, sapaklaryň kesişme nokady uzakdaky bir nokada dogurlanylýar. Soňra trubanyň aýlanma okunyň daşynda mikrometr nurbatyň kömegi bilen ony ýuwaş - ýuwaş aýlandyryp, sapaklar torunyň wertikal çyzygyny nyşanalanýan nokada gabat getirilmeli. Wertikal çyzyk nyşanalan nokady tutsa, onda şert ýerine ýetdigi bolar. Eger-de nokady tutmasa sazlaýjy nurbatlary burup boşadyp, wertikal çyzyk şert ýerine ýetýänçä süýşürilýär, soňra nurbatlar burulyp berkidilýär.

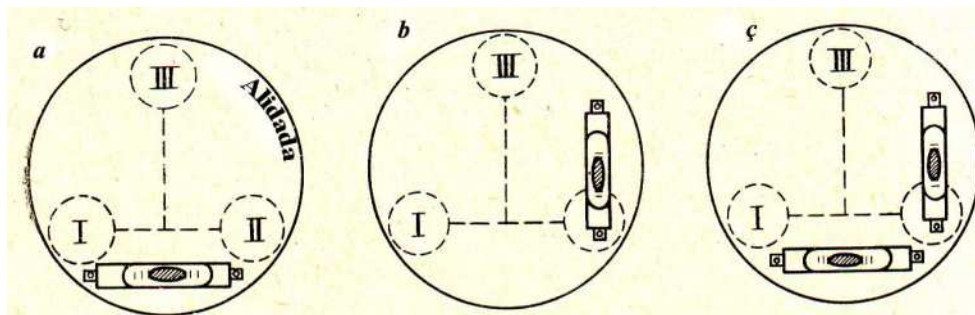
5. *Optiki wiziriň oky görüş trubanyň nyşanalaýjy okuna, hökmany ýagdayda parallel bolmalydyr.* Şerti barlamak üçin şu aşakdaky işleri ýerine ýetirýäris: optiki nyşanyň kömegi bilen 250-300 metr aralyga görüş trubany seretdirýäris. Soňra bir wagtyň özünde, bir göz bilen nyşana we aralykdaky nokada seredýäris. Nyşanyň goşmagy bilen seredilýän nokat gabat gelmese, onda trubanyň öwrüji nurbatynyň kömegi bilen gabat getirýäris. Eger-de baha  $2'$ -dan köp bolsa, onda optiki nyşanyň ýagdaýyny gorizonta we wertikal tekizlikde berkidýäris.

### 6.2.8. Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek

Burçy ölçemek üçin teodolidi ilki bilen, ölçenilýän burçuň depesine(nokatda) ornaşdyrmaly, soňra *merkezleşdirilmek, gorizontallaşdyrmak, görüş trubasyny düzetmek* ýaly işleri geçirmeli bolýar. Bu işler şu aşakdaky ýaly alnyp barylýar:

1. **Teodolidi merkezleşdirmek** diýende guralyň aýlanma okuny ýerdäki nokat bilen gabat getirmäge düşünilýär. Teodolidi merkezleşdirmek üçin, ştatiwiň berkidiji nurbatynyň ujunda asma ýükjagaz asylyar, soňra ştatiw nokadyň üstüne anyk gelen edilip ornaşdyrylýar, ştatiwiň aýaklary ýere dürtülýär. Berkidiji nurbat burulyp boşadylýar we gural ştatiwiň üstünde dürli ugurlara asma ýüküň ujy bilen ýerdäki nokat bir-birine gabat gelyänçä sürülýär. Eger-de nokat bilen asma

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 sentrirleri ulanylýar. Onuň kömegi bilen teodolidiň aýlanma okuny,  $\pm 2 \text{ mm}$ -e çenli takyklykda merkezleşdirmek bolar.



6.2.19-njy a surat. Teodolidiň gorizontalaýagdaýa 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 gorizont tegelegindäki silindrik urowen we metal goýgujyň göteriji nurbatlary ulanylýar. Bu işi geçirmek üçin gorizont tegelekdeki 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 goýgujyň diňe üçünji nurbaty burup, düwmäni nol punkta getirilýär. Geçirilen iş barlamak maksady bilen, görüş trubany ikinji ugra  $180^\circ$  öwrende silindrik uroweniň düwmesi, nol punktdan gitmese ýa-da uroweniň iki böleginden köp gyşarmasa gural gorizontallaşdyrylan bolýar. Eger-de gyşarma 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.

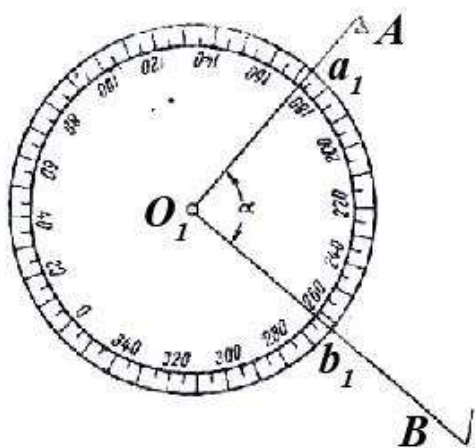
3. **Görüş trubany düzetmek** işini ýerine ýetirmek üçin guralyň görüş trubasyny açyk öwüşgüne, diwara, açyk howaly asmana seretdirip, trubanyň okulýaryndaky sapaklar torunyň *dury we aýdyň şekilini*, okulýarynyň öwrüji nurbatyny aýlamak bilen alýarys. Şeýle hem görüş trubasyny ýerdäki predmete seretdirip, onuň kramalyerini burmak bilen ýerdäki predmetiň aýdyň we dury suduryny almak geçirilýär. Görüş trubasynyň şular ýaly sazlaşdyrylmagyna *fokusirlemek* diýilýär.

4. **Teodolidi oriýentirlemek işi** bussol surata almagy geçiren ýagdaýynda amala aşyrylýar. Oriýentirlenmek 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 gelyänçä 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.

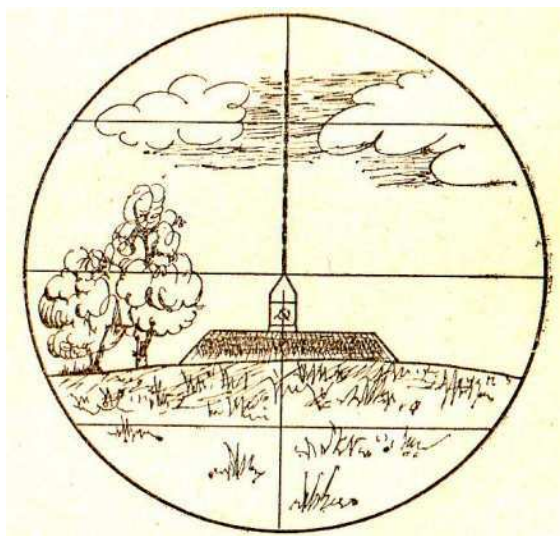


6.2.20-nji surat. Gorizonta burçlary ölçemegiň mazmuny.

**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 burlyp 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 başynji 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 | Gorizontal tegelekden alnan hasaplar, gradusda | Gorizontal 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, trubany A nokada tarap öwürýäris, trubadan çelgini gödek tapmak maksady bilen ýene-de nyşanajykdan peýdalanmak bolar. Görüş trubasyndan çelgi görünenden soňra, alidadanyň we trubanyň nurbatlaryny burup berkidýäris. Sapaklar torunyň kesişen nokadyny öwürüji nurbatlaryň kömegi bilen çelginiň düýbine dogurlaýarys we optiki mikroskopyň

gorizontal tegeleginden ikinji hasaby( $b$ ) alýarys. Alnan hasaby žurnalyň degişli ýerine ýazýarys.

ç) Ölçenýän burçuň ululygyny kesgitlemek maksady bilen, burçuň sag tarapyndan alnan hasapdan çepinden alnan hasaby aýyrýarys ( $\beta = a - b$ ). Eger-de çep tarapdaky nokada seredip alnan hasap, sag tarapdaky nokada seredilip alnan hasapdan uly bolsa, onda sag tarapdan alnan hasabyň üstüne  $360^\circ$  goşup, soňra çep tarapdan alnan hasaby aýyrýarys. Hasaplanyp çykarylan burçuň bahasyny žurnalyň dördünji sütünine degişli ýerine ýazýarys.

d) Burçuň dogry ölçenenligini barlamak we trubanyň kollimasion bahasyny aradan aýrmak maksady bilen, berlen burçy teodolidiň ikinji tegeleginde ölçýäris. Eger-de öň wertikal tegelek *sagda* bolsa onda *çepe*, çep tegelekde bolan bolsa *sag* tegelege geçirýäris. Onuň üçin görüş trubasyny zenitden  $180^\circ$  aýlandyrýarys. Limden hasap almakda uly ýalňyşlyga ýol bermezlik üçin limbiň ýerleşen ýerini takmynan  $90^\circ$ -a üýtgedýäris. Bu işi limbiň berkidiji nurbatynyň boşadylan ýagdaýynda geçirip, ugry alandan soňra limbi ýene-de berkidip goýýarys. Gorizontal burçy teodolidiň ikinji ýarymynda ölçemegi, edil ýokardaky tertipde geçirýäris, netijede  $a'$  we  $b'$  hasaplary alýarys we žurnalyň degişli ýerine ýazýarys.

ä) Ikinji ýarym priýomda ölçenen burçuň ululygyny hasaplaýarys ( $\beta' = a' - b'$ ).

Hasaplamagy edil birinji ýarym usuldaky yaly tertipde geçirýäris.

e) Iki gezek ýarym priýomda ölçenilip alnan netijeleriň tapawudy, mikposkopyň ikilenç takyklygyndan uly bolmasa, burç dogry ölçenen hasaplanylýar. Eger-de dogry ölçenen bolsa, ýarym priýomlarda alnan netijeleriň orta arifmetiki bahasy tapylýar. Burçlaryň hasaplanyşy tablisanyň aşagynda berilýär.

**Töwerekleýin priýomlar usuly.** Gorizontal burçlary töwerekleýin priýomlar usuly bilen ölçemekde  $M$  stansiýada  $A$ ,  $B$ ,  $C$  we  $D$  ugurlara tarap gözegçilik etmek maksady bilen teodolidi işçi ýagdaýyna getirýäris. Alidadanyň we limbiň nol hasaplaryny, takmynan,  $1-2'$  hasaba deň edip berkidýäris. Soňra, limbiň aýlanmagy bilen görüş trubany başlangyç  $A$  punkta seretdirýäris (6.2.22-njy surat). Guralyň çep( $L$ ) tegeleginde  $B$ ,  $C$  we  $A$  punktlarda gorizontal tegelegiň limbinden degişli hasaby alyp, meýdan ölçegleriniň žurnalyna ýazýarys (6.2.4-nji tablisa).

6.4-nji tablisa

**Töwerekleýin priýomlar usulynda gorizontal burçlary ölçemegiň žurnaly**

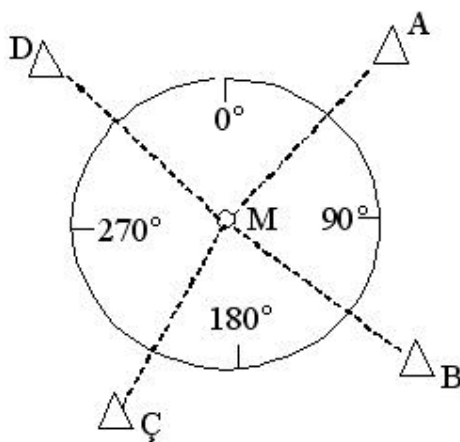
| Stan-siýa | Seredil-ýän punkt-lar | Gorizontal tegelekden alnan hasaplar |                      | R-(L- $180^\circ$ ) | $\frac{R-L-180^\circ}{2}$ | Nula getirilen       |
|-----------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|
|           |                       | Sag(R)                               | Çep(L)               |                     |                           |                      |
| M         |                       |                                      |                      | Orta                | $0^\circ 02' 21''$        |                      |
|           | A                     | $0^\circ 02' 12''$                   | $180^\circ 02' 24''$ | $-12''$             | $0^\circ 02' 18''$        | $0^\circ 00' 00''$   |
|           | B                     | $56^\circ 40' 24''$                  | $236^\circ 40' 24''$ | $0^\circ$           | $56^\circ 40' 24''$       | $56^\circ 38' 09''$  |
|           | Ç                     | $120^\circ 25' 24''$                 | $300^\circ 25' 36''$ | $-12''$             | $120^\circ 25' 30''$      | $120^\circ 23' 09''$ |

|  |   |            |            |     |            |            |
|--|---|------------|------------|-----|------------|------------|
|  | 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 görüş 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  $D$ ,  $\zeta$ ,  $B$  we ýene-de  $A$  punkta seretdirip gorizonta tegelekden hasaplary alyp žurnala ýazýarys.  $A$  punktdan alnan hasap boýunça, gorizonta tegelegiň limbiniň hemişelik ýagdaýda duranlygy barlanylýar, bu geçirlen gözegçilik ölçemegiň birinji doly priýomyny düzýär.

Iki ýarym priýom bir doly priýomy düzýär. Şular ýaly usullaryň gorizonta 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 gorizonta burçlary ugurlaryň tapawudy ýaly kesgitlemek bolar. Bu usuly punktda ugurlaryň sany ikiden köp bolan ýagdaýynda ulanmak amatlydyr.



6.2.22-nji surat. Gorizonta burçlary gaýtalamalar usuly bilen ölçemegiň shemasy

**Gaýtalamalar usuly.** Gaýtalamalar usuly her bir burçy birnäçe, aýratyn gaýtalamak usuly bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gorizonta 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 gorizonta tegelekden  $a$  hasaby alýarys. Şondan soňra limbi boşadýarys we

ýapyk alidadada trubany birinji  $A$  punkta seretdirýäris we limbi berkidýäris. Soňra alidadany boşadýarys we trubany  $B$  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 ululgygyny 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 çäkden geçmeli däl:dir:

$$j_{\beta_{gober}} = \pm(15' \cdot \sqrt{n})'$$

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

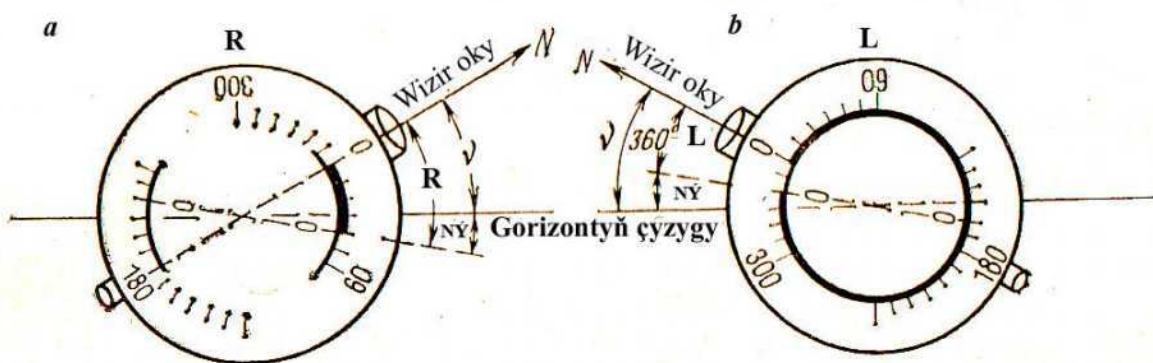
Wertikal burçy teodolidiň kömegi bilen ölçemek amatlydyr (6.2.23-nji surat). Teodolidiň gorizental tegeleginde bolan bölekler, onuň wertikal tegeleginde hem bardyr. Wertikal tegelegiň gorizental tegelekden tapawudy bolup, görüş trubanyň gorizental okynyň daşynda aýlandyrylanda, limbiň tegelegi bilen 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 ýetirilmeyär. 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 ölçemegiň 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 ölçemegiň žurnaly**

| Nokatlar |            | Wertikal<br>tegelegiň<br>ýagdaýy | Wertikal<br>tegelekden<br>hasaplar | Wertikal<br>tegelegiň<br>$NÝ$ | Wertikal<br>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.** Wertikal 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 nul 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:

$$\nu = \frac{-5^{\circ}24.9' - 5^{\circ}24.3'}{2} = \frac{-10^{\circ}49.2'}{2} = -5^{\circ}24.6'.$$

Wertikal burçuň dogry ölçenenligini barlamak maksady bilen burçy beýleki formulalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Hasaplamagy 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.** Wertikal burç 2T30II teodolidi bilen ölçenen we şu aşakdaky hasaplar alnan diýeliň (6.5-nji tablisa), Wertikal tegelegiň nol ýerini aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$NY_{1-2} = \frac{-2^{\circ}16.0' + 2^{\circ}15.0'}{2} = -\frac{0^{\circ}01'}{2} = -0^{\circ}00.5'.$$

Wertikal burçy aşakdaky kesgitlemek bolar:

$$\nu_{1-2} = \frac{-2^{\circ}16.0' - 2^{\circ}15.0'}{2} = -\frac{4^{\circ}31'}{2} = -2^{\circ}15.5'$$

Wertikal 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

$$\nu = NY - R = -0^{\circ}00.5' - (2^{\circ}15.0') = -0^{\circ}00.5' + 2^{\circ}15.0' = -2^{\circ}15.5'$$

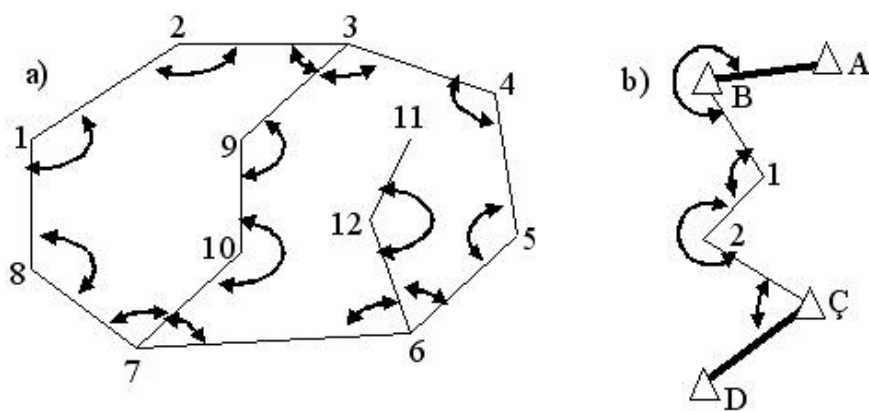
Wertikal burçlaryň dogry ölçenmegi üçin, onuň wertikal tegeleginiň nol ýeriniň üýtgemezligi gerekdir. Eger-de nol ýeri özgeren bolsa, onuň ululygy optiki mikroskopyň takyklygynyň ikilenç mukdaryndan uly bolmazlygy zerurdyr. Wertikal tegelegiň *NY-niň* üýtgemegi uroweniň düwmesiniň naýçanyň takyk ortasyna 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.

Wertikal burçlar teodolit bilen öçenende, wertikal tegelegiň nol ýerini her iş gününüň 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  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$  gorizental 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-C-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 *ýörelgesiniň taslamasy* kiçi masştably topografiki kartasynyň esasynda düzülýär. Kartada plany alynýan ýeriň çägindeki birnäçe triangulýasiýa, poligonometriýa punktlary we ýeriň çägindeki araçäkler ýa-da planşetleriň ramkasy çäklendirilýär.

Taslamany düzmekde aşakdakylary göz önünde tutmak zerurdyr:

1. Teodolit ýörelgeleri maksada laýyk bolmalydyr. Onuň dürli maksat üçin geçirilenliginden, oňa edilýän talaplar hem dürli-dürli bolýar. Meselem, plan almakda teodolit ýörelgesine esaslanýan bolsa, punktlaryň plany alynýan ýeriň çäginde bir sydyrgyn ýerleşmegi zerur. Olarda teodolit ýörelgesiniň punktlaryny belgilemek, nokatlara guraly ornaşdyrmak we erkin işlemek mümkin bolmalydyr. Punktlardan surata alynýan ýeriň oňat görünmegi we ölçeg işlerini geçirmeklik ýeňil bolmalydyr. Şäherdir şäherçeleriň planyny almakda teodolit ýörelgesi köçedir-geçelgeler boýunça alynmalydyr. Ýörelge ýap, arna ýaly uzalyp gidýän obýektleriň taslamasyny düzmek maksady bilen alnyp barylýan gurluşyk işlerde, teodolit ýörelgesi obýektleri boýlap geçirilýär. Dürli görnüşdäki gidrotehniki ymaratlary gurmak wagtynda teodolit ýörelgesi, olaryň gyrasyny boýlap daýhan birleşikleriniň planyny almakda araçäkleri ýakalap geçirilýär;

2. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölcegiň netijelerini almak we olara baha bermek üçin teodolit ýörelgesi triangulýasiýa, poligonometriýa ýa-da surata almak esasy torlaryň planly punktlaryna birleşdirilmegi zerur;

3. Teodolit ýörelgesiniň her bir tarapy 350 metrden uzyn bolmaly däldir. Çyzyklaryň uzynlygy özleşdirilen ýerde 20 metrden, özleşdirilmedik ýerlerde 40 metrden gysga bolmazlygy hökmanydyr. Poligonda ýa-da ýörelgede gysga tarap bilen uzyn tarapyň çalşylyp gelmegini gazanmalydyr;

4. Başlangyç we ahyrky punktlaryň arasyndaky aralyk, bellenen ýeriň çäginde uzyn bolmazlygy gerekdir.

*Rekognessirovka teodolit ýörelgesiniň taslamasyny* düzenden soňra, topografiki plany almakda esaslanýan geodeziki daýanç punktlaryň ýagdaýyny tapmak maksady bilen, surata alynýan ýeri gözden geçirmek we barlamak maksady bilen alnyp barylýar. Şu döwürde teodolit ýörelgesiniň taslamasyna baglylykda geçirmek mümkinmi - mümkin dälmi hem-de geodeziki daýanç punktlarynyň, şu ýeriň çäginde barlygy ýa-da ýoklugy kesgitlenilýär.

Teodolit ýörelgesiniň taslamasyny düzmek we surata alynýan ýeri gözden geçirmek hem-de barlamak (rekegnessirovka) wagtynda, ýokardaky aýdylan talaplar bilen bir hatarda aşakdaky şertleriň hem ýerine ýetirilmegi gerekdir:

1. Teodolit ýörelgesiniň yzygiderli ýerleşen punktlarynyň bir-birinden görünmegi;

2. Teodolit ýörelgesiniň nokatlary guraly ornaşdyryp işlemek üçin amatly ýerlerden alynmalydyr;

3. Teodolit ýörelgesiniň taraplaryny ölçäp bolýan (mümkin bolsa) ýerlerden geçirmek;

4. Sudurlary we relýefi plana almagy ýakynlaşdyrmak maksady bilen berk ornaşdyrylan we köp wagtlap saklanylýan ýerleriniň 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 in 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 açyk tor görnüsünde geçirilse, onda onuň her başinji 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. Asfaltda ýa-da betonlanan üstde y ýeňil tapmak üçin nokadyň daşynda dürli reňkleri(köplenç gyzyly, ýaşyl) ulanyp şertli belgileri galdyryýarlar.

#### **6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri**

Teodolit ýörelgesini geçirmekde aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

a) Teodolit ýörelgesiniň öwrümlü 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 öwrülýär. 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 gorizontal proyeksiýasyny kesgitlemek maksady bilen ýapgytlyk burçlar ölçenilýär. Eger-de aralygy ölçemek üçin polat zolak işledilýän bolsa, gorizontal 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;  $l_0$  – ölçeg 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. Ölçegleriň  $\Delta D = D_{göni} - D_{ters}$  tapawudy, ölçenilýän kesimiň 1:2000 böleginden geçmeli däl. 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 ölçegi 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 edilmeýän 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 teodolidiň 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 gerek. 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 (teodolidiň iki tegeleginde) aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplamak bolar:

$$\beta = a - b \text{ we } \beta' = a' - b'$$

Bu ýerde  $a$  we  $b$  - teodolidiň sag ( $R$ ) ýa-da çep ( $L$ ) tegeleginden alnan hasaplar, gradusda;  $a'$  we  $b'$  - teodolidiň çep ( $L$ ) ýa-da sag ( $R$ ) tegeleginden alnan hasaplar, gradusda.

Alnan netijeler biri-birine deň bolmalydyr. Olar bir-birine deň bolmasa we netije teodolidiň hasaply guruluşynyň ikilenç takyklygyndan geçmese, onda bu bahalaryň orta arifmetiki bahasyny hasaplanylýar. 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 ölçegleriniň esasynda geçirilýär. Ölçenen her bir gorizont burç ýörelgäniň degişli ýerinde ýazylýar. Gorizont burçlary ( $\beta$ ) formulanyň üsti bilen hasaplasak, onda alnan baha esasy

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):

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_o - \alpha_n + n \cdot 180^o \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_n - \alpha_o + n \cdot 180^o \text{ (çep burçlar üçin).}$$

Bu ýerde  $\alpha_o$  we  $\alpha_n$  - başlangyç we ahyrky çyzyklaryň direksion burçlary, gradusda.

Diagonal ýörelge boýunça, burç ýalňyşlygynyň 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 ýalňyşlyklaryň dogry ýa-da nädogrylygyny anyklamak üçin goýberilýän ýalňyşlygyň 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 ýalňyşlygyň 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 ýalňyşlygy aşakdaky ýaly tapmak mümkin:

$$f_{\beta \text{ goýberilýän}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{4} = \pm 1,5' \cdot 2 = \pm 3'.$$

Tapylan ýalňyşlyk bilen goýberilýän ýalňyşlyk deňsizligi, ýagny  $f_{\beta \text{ ölçenen}} \leq f_{\beta \text{ goýberilýän}}$  kanagatlandyrmalydyr.

Eger-de talap edilýän şert ýerine ýetýän bolsa, onda tapylan ýalňyşlygy ters alamaty bilen ölçenen gorizonta burçlara paýlaýarys. Ýalňyşlygy paýlamakda, gorizonta burçlaryň haýsynyň taraplary gysga bolsa, şol burça köpräk paýlamak bilen geçirmek bolar.

Ölçenen gorizonta burçlara paýlanýan ýalňyşlyklary hasaba almak bilen düzedenden soňra, düzedilen gorizonta burçlary alýarys we tablisanyň 3-nji sütüne ýazýarys.

Gorizonta burç ýalňyşlyklaryny 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 ýalňyşlyklary 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 "Gorizontalar 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 gorizontalar burçlar"
200 for I=1 to N:print using "B1(„I,“) =#####.##";
B1(I)=fnm(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 gorizontalar burçlar, gradusda.

Şu ýerde bir zagy bellemek, ýagny başlangyç çyzygyň direksion burçunyň ( $\alpha_{n-1}$ ) üstüne  $180^\circ$  goşanda, gorizontalar burçuň ( $\beta_n$ ) ululygyndan kiçi bolsa, onda ýene-de  $360^\circ$  sany goşup ( $\alpha_{n-1} + 180^\circ + 360^\circ$ ), soňra gorizontalar 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 hasaplamanýň barlagy geçendigini görkezýär.

Diagonal ýörelge boýunça, çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplama 8 - 1 çyzykdan başlap, 4 - 3 çyzykda hem gutarýarys. Ahyrky 4 - 3 çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanýň 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 fnm(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)=fnm(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 hasaplamaný geçirmek bolar. Ilki birlen çyzyklaryň ugry hasaplanylýp, soňra onuň bahasy ýerleşýän çäryegine baglylykda kesgitlenilýär.

5. Çyzyklaryň direksion burçy we gorizonta kesiminiň uzynlyklary boýunça *koordinatlar artmasyny* ( $\Delta x$  we  $\Delta y$ ) hasaplaýarys, olary aşadaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$\Delta x = S \times \cos \alpha; \quad \Delta y = S \times \sin \alpha$$

Bu ýerde  $S$  - çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy, metrde.

$\cos \alpha$  we  $\sin \alpha$  - funksiýalaryň bahasyny ýöriteleşdirilen trigonometriki tablisalardan ýa-da häzirki zaman hasaplaýjy, funksional mikrokalkulýatorlaryndan, kompýuterlerden peýdalanylýp 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 mikrokalkulýatorlaryny ulanyp, aşadaky ýaly hasaplamak mümkin:

$$\Delta x = (\alpha)^\circ (\alpha)' (\alpha)'' \Pi^+ \cos \cdot D$$

$$\Delta y = \Pi^+ \sin \cdot D$$

Çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmalaryny hasaplamak üçin EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen programmasy aşadaky 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 gorizonta 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 koordinatlar 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 hasaplandan soňra, ýörelgäni berkitmek işine girişýäris. Berkitmegi geçirmek üçin, ilki bilen çyzyklar

boýunça hasaplanan koordinatlar artmasynyň jemini kesgitleýätiş. 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 ýalňyşlyklary 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 ýalňyşlygynyň 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 ýalňyşlyk bolar, ony aşakdaky ýaly görkezme bolar:

$$f_x = +885.74 + (-886.24) = -0,50 \text{ m};$$

Ordinata oklary boýunça çyzyk ýalňyşlygynyň 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 ýalňyşlygyny 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 ýalňyşlyklaryň 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. Ýalňyşlygynyň ululygyny hasaplardan soňra, goýberilýän ýa-da goýberilmeýänligini barlamak maksady bilen absolýut we otnositel ýalňyşlyklary 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 ýalňyşlyklarynyň ululygy, metrde;  $1/2000$  - ölçegiň takyklygyna bagly bolan ululyk;  $P$  - ýörelgäniň uzynlygy ýa-da perimetri, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça poligon boýunça absolýut we otnositel ýalňyşlygynyň 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:

$$g_x = \frac{f_x}{P} \cdot S \quad \text{we} \quad g_y = \frac{f_y}{P} \cdot S.$$

Bu ýerde  $P$  we  $S$  onluk ýa-da ýüzlük metrlerde aňladylýar. Ýokardaky formulardan görnüşi ýaly düzedişiň bahasy poligondaky çyzyklaryň gorizonta kesimleriň uzynlygyna proporsionaldyr. Düzedişiň alamatyny tapylan çyzyk ýalňyşlyklaryň ters alamaty bilen alynýar.

9. Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak. Bu işi geçirmek üçin, çyzyklaryň düzedilen koordinatlar artmasyny we başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlaryny peýdalanyp, beýleki nokatlaryň koordinatlaryny tapýarys. Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary 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 koordinatlary, metrde;  $X_{n-1}$  we  $Y_{n-1}$  - başlangyç nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde.

6.2.8-nji tablisa

**Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary hasaplamagyň tablisasy**

| Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde |                                      |                             |  |   |          |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|--|---|----------|
| Nokatlaryň tertibi, № / №                   | Ölçenen gorizontal burçlar, gradusda | Direksion burçlar, gradusda | Gorizontal kesimleriň uzynlygy, metrde | Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde |          |
|   |                                      |                             |  | X   | Y        |
| 1   | 2                                    | 3                           | 4                                      | 5   | 6        |
| PP48  | 0.00                                 | 44.550                      |  |   |          |
| PP49  | 16817.0                              |                             |  |   | 1000.000 |
| I   | 23524.0                              | 56.275                      | 201.700                                |   |          |
|   |                                      |                             |  | 1112.048                                    | 1167.702 |
| II  | 9515.0                               | 0.883                       | 151.800                                |   |          |
|   |                                      |                             |  | 1263.877                                    | 1170.002 |
| PP51  | 25442.5                              | 85.642                      | 200.150                                |   |          |
|   |                                      |                             |  | 1279.150                                    | 1369.520 |
|   |                                      | 21.275                      |  |   |          |

|  |         |  |                       |  |  |
|--|---------|--|-----------------------|--|--|
| PP50   |         |  |                       |  |  |
|  | 74335.0 |  | P=553.650             |  |  |
| <b>Burç ýalňyşlygy</b> $f_{\beta}=0.033$       |         |  | $f_x=0.172 \text{ m}$ |  |  |
| <b>Goýberilýän 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 programmaly *GIS MapInfo, Panarama, 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 gorizonta burçlary, başlangyç çyzygyň direksion burçy, ölçenen çyzyklaryň uzynlyklary, başlangyç(eger-de, ýörelge ýapyk bolsa) we ahyrky nokatlaryň (eger-de ýörelge açyk ýa-da diogonal keşbinde bolsa) gönüburçly koordinatlaryny girizmek bilen, hasaplamak işlerini geçirip we netijeleri almak mümkin.

#### 6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak

Planý gurmagy standart kagyza, koordinatlar toruny gurmakdan başlaýarys. Koordinata torý 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  $10 \text{ sm}$ ,  $1:25000$  -  $4 \text{ sm}$ ,  $1:50000$ ,  $1:100000$  we  $1:200000$  masştably kartalary üçin bolsa  $2 \text{ santimetrden}$  alynýar.  $1:1000$ ,  $1:2000$ ,  $1:2500$  we  $1:5000$  masştably planlarda kwadratynyň taraplarynyň uzynlyklary  $10 \text{ sm}$  aralykdan alynýar. Eger-de kwadratynyň tarapynyň uzynlygy  $10 \text{ sm}$  bolsa, onda torý gurmakda *F. B. Drobysýewiň* çyzygyjyndan peýdalanmak mümkindir(6.2.25-nji surat). Bu çyzygyjyň kömegi bilen gurlan torý, *Pifagoryň* teoremasynyň formulasynyň üsti bilen barlamak hem bolar.



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 hasaplamaný geçirsek, onda onuň  $1 \text{ sm-e ýerde } 100 \text{ m}$  uzynlyk birliginiň düşýänligini hasaba almak zerurdyr. Absissa we ordinata oklary boýunça kwadratlaryň sanyny aşakdaky formulalary ulanmak bilen kesgitlemek bolar:

$$L_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{d}; \quad L_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{d}.$$

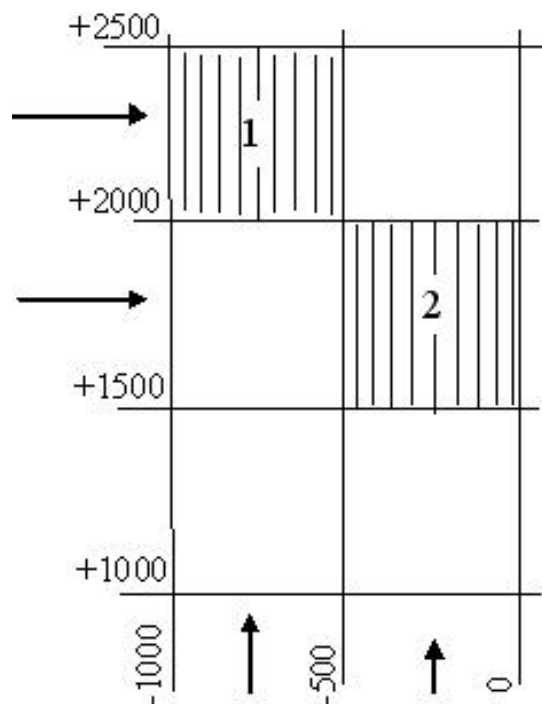
Bu ýerde  $d$  - kartanyň ýa-da planyň masşabynda 4, 5, 10 sm-e (kwadratyň tarapyna) düşýän aralyk;  $x_{\max}$  we  $x_{\min}$  - absissalar oky boýunça iň uly we kiçi bahalary, metrde;  $y_{\max}$  we  $y_{\min}$  - ordinata oklary boýunça iň uly we kiçi sanlarynyň bahalary, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça kwadratlaryň sany, eger-de kartanyň masşaby 1:10000 bolsa, onda  $X$  we  $Y$  oklar boýunça aralyklar aşakdaky ýaly alynar:

$$L_x = \frac{2120,80 - 1209,33}{50} = \frac{911,47}{50} = 18,2 \text{ sm};$$

$$L_y = \frac{92,54 - (-891,55)}{50} = \frac{984,09}{50} = 19,7 \text{ sm}.$$

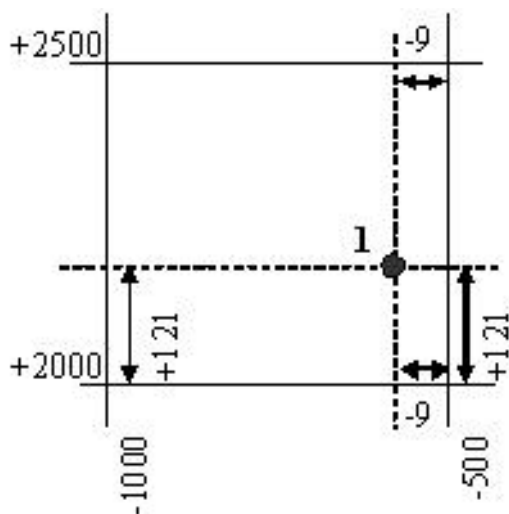
Planyň ýa-da kartanyň toruny oňat ýiteldilen  $T$ ,  $T1$ ,  $T2$  ýaly gaty galamlar bilen çyzýarys. Tory gurandan soňra, *F. B. Drobyşýewiň* çyzgyjynyň kömegi bilen dogry gurulanlygyny barlaýarys. Toruň her bir kwadratlarynyň dogry gurulanlygyny barlamak üçin, gurlan bir kwadratyň diagonalyny sirkul - ölçeýjiniň kömegi bilen ölçäp alyp, sirkulyň aýajyklarynyň kömegi bilen alnan ädimi, tordaky beýleki kwadratlaryň diagonallary 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.

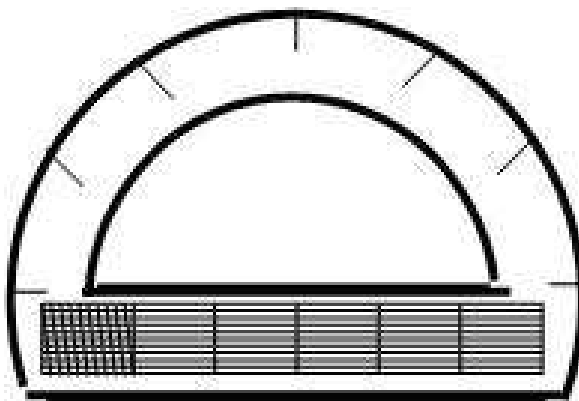
Nokatlary gurmak üçin kese masştab çyzgyjyny, sirkul - ölçejini ulanýarys.

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. Kwadratnyň 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  $2000\text{ metrlik}$  kwadratnyň günbatar we gündogar taraplarynda sirkul - ölçejiniň we masştab çyzgyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys. Kwadratnyň gapdal taraplarynda alnan iki nokady gorizont al 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:

$$\Delta y = -509,25 - (-500,00) = -9,25 \approx -9\text{ m}$$

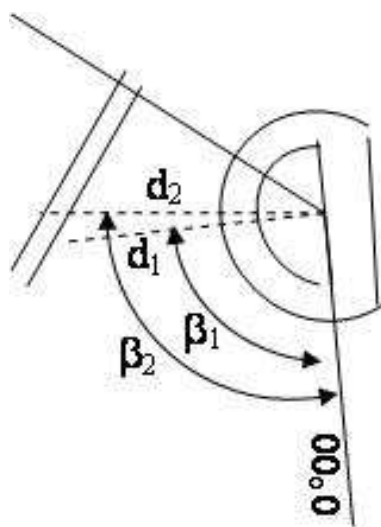
Tapylan aralygy, kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen degişli taraplarda goýup nokadyň ordinata oklaryndaky ýagdaýyny tapýarys. Netijede, nokadyň absissa we ordinata oklary bir nokatda kesişer. Çyzyklaryň kesişen ýeri agtarýan nokadymyz bolar. Guran nokadymyzy diametri 1 - 1,5 mm bolan tegelegi çyzmak 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 - ölçeyjiniň we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen ölçeyäris. Alnan netijäni, çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlyklary bilen deňeşdirýäris. Olaryň arasyndaky tapawut, planda 0.2 mm-den geçmeli däldir.

Ýer üstüniň planyna reýkaly nokatlary geçirmek maksady bilen, geodeziki transportir, masştab çyzgyjy we sirkul-ölçeyji 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.

Polýar usulynda nokatlary plana geçirmek üçin, ilki bilen başlangyç ugurdan berlen ugra çenli gorizental burçlary( $\beta_1$  we  $\beta_2$ ) transportiriň 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.

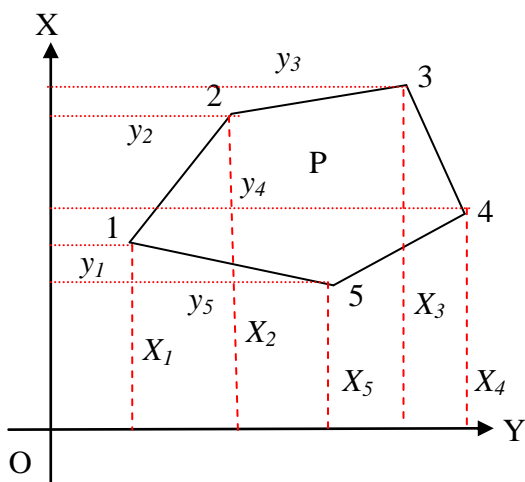
Nokadyň daşynda diametri  $1,0-1,5\text{ mm}$  bolan tegelekleri çyzýarys we onuň sag tarapyndan tertibini ýazýarys. Geçirmeli ähli nokatlar surata alynmagyň usullary boýunça plana geçirilýär.

196

torlaryny; ýer üsüniň galan elementlerini gara tuşyň kömegi bilen çyzmak bolar (6.30-njy surat).

### 6.2.15 Poligonyň umumy meýdanyny kesgitlemek

Meýdany kesgitlenilýän teodolit surata almagynyň poligony alty burçdan köp bolsa, onda suduryň meýdanyny, onuň daş töweregindäki nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary ýa-da çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasy boýunça hasaplamak amatly bolar.



6.2.31-nji surat. Poligonyň umumy meýdanyny analitiki usul bilen kesgitlemek.

Ýapyk poligonly ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemegiň formulasyny getirip çykarmak üçin başburçlugy alalyň (6.2.31-nji surat). Bu 1-2-3-4-5 ýapyk poligo-nyň meýdanyny trapesiýalaryň meýdanynda aňlatmak bolar. Olaryň esaslary bolup absissa okunuň bahalary, ordinata oklaryň bahalarynyň tapawudy bolsa, trapesiýalaryň beýiklikleri bolup hyzmat edýär.

Poligonyň meýdanyny, onuň çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça hasaplamakda şu aşakdaky formula ulanylýar:

$$S_{1-2-3-4-5} = \frac{x_1 + x_2}{2 \cdot (y_2 - y_1)} + \frac{x_2 + x_3}{2 \cdot (y_3 - y_2)} + \frac{x_3 + x_4}{2 \cdot (y_4 - y_3)} - \frac{x_4 + x_5}{2 \cdot (y_5 - y_4)} - \frac{x_5 + x_1}{2 \cdot (y_5 - y_1)}$$

Bu ýerde  $X_1, X_2, X_3, X_4$  we  $X_5$ -nokatlaryň absissa oky boýunça bahalary, metrde;  $y_1, y_2, y_3, y_4$  we  $y_5$ -nokatlaryň ordinata oklary boýunça bahalary, metrde.

Şu aňlatmany üýtgedenden, gysgal-dandan hem-de  $x$  we  $y$  oklary boýunça toparlandan soňra şu aşkadaky alarys:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n (x_n + x_{n+1}) \cdot (y_{n+1} - y_n);$$

skobkany açyp, çalşygy geçirip alarys:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot (x_{n-1} - x_{n+1}); \quad 2 \cdot S = \sum_{i=1}^n x_n \cdot (y_{n+1} - y_{n-1}).$$

Formuladan görnüşi ýaly, nokatlaryň koordinatlarynyň absissa we ordinata oklary boýunça tapawutlarynyň jeminiň nula deň bolmagy hökmanydyr.

Poligonyň meýdanyny koordinatlar artmasy we nokatlaryň gönüburçly koordi-natlary boýunça hasaplamak üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot (x_n + x_{n+1}) \text{ ýa-da } 2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot x_n + \sum_{i=1}^n x_{n+1} \cdot \Delta x_n$$

Poligonyň meýdany 200 ga çenli koordinatlary 0,1 m, emma ondan uly bolsa 1 m-e çenli takyklykda tegelekläp, meýdany kesgitlemek bolar.

Meýdany kesgitlemegiň barlagyny şu aşakdaky formulanyň kömeginde geçir-mek bolar:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot x_{n-1} - \sum_{i=1}^n x_{n+1} \cdot y_n.$$

Poligonyň meýdanynyň ony çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordi-natlary boýunça hasaplanyşyna degişli mysaly 6.2.9-njy tablisadan görmek bolar.

6.2.9-njy tablisa

#### Suduruň meýdanyny gönüburçly koordinatlary boýunça kesgitlemek

| №   | $x_n$   | $y_n$   | $x_{i-1}-x_{i+1}$ | $y_{i+1}-y_{i-1}$ | $y_{i-1}(x_{i-1}-x_{i+1})$ | $x_i(y_{i+1}-y_{i-1})$ |
|---|---------|---------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|
| 1   | 2       | 3       | 4                 | 5                 | 6                          | 7                      |
| 1   | +735.41 | +811.28 |                   |                   |                            |                        |
| 2   | +370.50 | +725.16 | +405.71           | +221.12           | +329144                    | +162614                |
| 3   | +341.07 | +402.86 | +394.34           | -408.42           | +285960                    | -151320                |
| 4   | +657.53 | +277.26 | -287.03           | -447.90           | -115633                    | -152765                |
| 5   | +776.21 | +504.04 | -435.14           | +101.18           | -120647                    | +66529                 |
| 1   | +735.41 | +811.28 | -77.88            | +534.02           | -39255                     | +414512                |
| 2   | +370.50 | +725.16 | +800.05           | +856.32           | +615104                    | +543655                |
|   |         |         | -800.05           | -836.32           | -275535                    | -304085                |
|   |         |         | 0.00              | 0.00              | +339569                    | +339570                |
| $P=(339569+339570)/2=169785\text{ m}^2/10000=16.98\text{ gektar}; P=16.98\text{ ga.}$ |         |         |                   |                   |                            |                        |

Analitiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň takyklygy, meýdan-da geçirilýän ölçegleriň takyklygyna bagly bolýar. Diýmek meýdany kesgitle-megiň takyklygy ýerde çyzyklaryň we gorizental burçlaryň ölçeniliş takykly-gyna deňdir.

Tehnikanyň ösmegi geodeziýada hasaplamak işlerini geçirmegi awtomatiza-siýalaşdyrmaga, onuň bolsa elektronly hasaplaýyş maşynlaryny, sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemekde ulanmaga mümkinçilik berýär. Bu bolsa täzeden-täze geodeziki gurallary oýlap tapmagy, hasaplaýyş işleriň ondürijiligini ýokarlandyrmagy talap edýär. Standatr fototelegraf enjamlary, fotoelektronly planimetrleri ulanmak oňat netijeleri berýär.

6.2.6-njy tablisa

**Nokatlaryň gönüburçly koordinatlarýny poligonlar boýunça kesgitlemegiň wedomosty**

| N/N                | Gorizontál burçlar, gradusda |           | Direksion burçlar | Rumblar  | Çyzyk-yň gorizon-l kesim. uzyn, m. | Gönüburçly koordinatlar artmasy, m. |                         |            |          | Nokatlaryň koordinatlary, m. |         |
|--------------------|------------------------------|-----------|-------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------|----------|------------------------------|---------|
|                    | Ölçenen                      | Düzedil.  |                   |          |                                    | Hasaplanan                          |                         | Berkidilen |          | ±X                           | ±Y      |
|                    |                              |           |                   |          |                                    | ±Δx                                 | ±Δy                     | ±Δx        | ±Δy      |                              |         |
| 1                  | +0.2'                        | 125°42.7' | 125°48.8'         | GGd:     | 462.80                             | +0.08                               | +0.10                   | -270.72    | +375.40  | +2120.80                     | -509.25 |
| 2                  | 125°42.5'                    | 144°51.7' |                   | 54°11.2' |                                    | -270.80                             | +375.30                 |            |          | +1850.08                     | -133.85 |
| 3                  | +0.2'                        | 111°46.4' | 160°57.1'         | GGd:     | 386.38                             | +0.07                               | +0.08                   | -365.15    | +126.18  | +1484.93                     | -7.67   |
|                    | 111°46.2'                    |           | 19°02.9'          | -365.22  | +126.10                            |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 4                  | +0.2'                        | 137°09.0' | 229°10.7'         | GGb:     | 301.63                             | +0.05                               | +0.06                   | -197.13    | -228.20  | +1287.80                     | -235.87 |
|                    | 137°08.8'                    |           | 49°10.7'          | -197.18  | -228.26                            |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 5                  | +0.2'                        | 193°06.2' | 272°01.7'         | DGb:     | 284.26                             | +0.05                               | +0.06                   | +10.11     | -284.02  | +1297.91                     | -519.89 |
|                    | 193°06.0'                    |           | 87°58.3'          | +10.06   | -284.08                            |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 6                  | +0.2'                        | 84°33.6'  | 258°55.5'         | GGb:     | 276.12                             | +0.05                               | +0.06                   | -52.99     | -270.92  | +1244.92                     | -790.81 |
|                    | 84°33.4'                     |           | 78°55.5'          | -53.04   | -270.98                            |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 7                  | +0.5'                        | 189°16.5' | 354°21.9'         | DGb:     | 391.90                             | +0.07                               | +0.08                   | +390.08    | -38.40   | +1635.00                     | -829.21 |
|                    | 189°16.0'                    |           | 5°38.1'           | +390.01  | -38.48                             |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 8                  | +0.4'                        | 93°33.9'  | 345°05.4'         | DGb:     | 360.00                             | +0.06                               | +0.08                   | +347.94    | -92.55   | +1982.94                     | -921.76 |
|                    | 93°33.5'                     |           | 14°54.6'          | +347.88  | -92.63                             |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 1                  |                              |           | 71°31.5'          | DGd:     | 434.82                             | +0.07                               | +0.10                   | +137.86    | +412.51  | +2120.80                     | -509.25 |
|                    |                              |           | 71°31.5'          |          |                                    | +137.79                             | +412.41                 |            |          |                              |         |
| Σβ <sub>öl.ç</sub> | 1079°57.9'                   |           |                   |          | P=2897.91                          | Σ+885.74                            | Σ+913.81                | Σ+885.99   | Σ+914.09 |                              |         |
| Σβ <sub>bol</sub>  | 1080°00'                     |           |                   |          |                                    | Σ-886.24                            | Σ-914.43                | Σ-885.99   | Σ-914.09 |                              |         |
| f <sub>β</sub>     | -0°02.1'                     |           |                   |          |                                    | f <sub>x</sub> =-0.50 m             | f <sub>y</sub> =-0.62 m | 0,00       | 0,00     |                              |         |

$$f_{\beta_{goyber}} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4,2'.$$

$$f_{abs} = \sqrt{(-0,50)^2 + (-0,62)^2} = 0.80 \text{ m}; \quad f_{om} = \frac{0,80}{2898} = \frac{1}{3600};$$

6.2.7-nji tablisa

**Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny diagonal ýörelge boýunça kesgitlemegiň wedomosty**

| N/N                | Gorizental burçlar, gradusda |           | Direksion burçlar | Rumblar  | Çyzyk-yň gorizon-l kesim. uzyn, m. | Gönüburçly koordinatlar artmasy, m. |                         |            |          | Nokatlaryň koordinatlary, m. |         |
|--------------------|------------------------------|-----------|-------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------|----------|------------------------------|---------|
|                    | Ölçenen                      | Düzedil.  |                   |          |                                    | Hasaplanan                          |                         | Berkidilen |          |                              |         |
|                    |                              |           |                   |          |                                    | ±Δx                                 | ±Δy                     | ±Δx        | ±Δy      | ±X                           | ±Y      |
| 8                  | -0,7'                        |           | 71°31,5'          |          |                                    |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 1                  | 91°29,7'                     | 91°29,0'  |                   | GGd:     |                                    | -0,06                               | +0,08                   |            |          | +2120,80                     | -509,25 |
| A                  | -0,7'                        |           | 160°02,5'         | 19°57,5' | 235,00                             | -220.89                             | +80.21                  | -220.95    | +80.29   | +1899.85                     | -428.96 |
|                    | 170°08,0'                    | 170°07,3' |                   | GGd:     |                                    | -0,09                               | +0,13                   |            |          |                              |         |
| B                  | -0,7'                        |           | 169°55,2'         | 10°04,8' | 415,05                             | -408.94                             | +72.64                  | -409.03    | +72.77   | +1490.82                     | -356.19 |
|                    | 200°34,5'                    | 200°33,8' |                   | GGd:     |                                    | -0,06                               | +0,08                   |            |          |                              |         |
| 4                  | -0,7'                        |           | 149°21,4'         | 30°38,6' | 235,90                             | -202.96                             | +120.24                 | -203.02    | +120.32  | +1287.80                     | -235.87 |
|                    | 280°11,4'                    | 280°10,7' |                   |          |                                    |                                     |                         |            |          |                              |         |
| 3                  |                              |           | 49°10,7'          |          | P=885,95 m                         |                                     |                         |            |          |                              |         |
| Σβ <sub>öl.ç</sub> | 742°23,6'                    |           |                   |          |                                    | Σ-832.79                            | Σ+273.09                | Σ-833.00   | Σ+273.38 |                              |         |
| Σβ <sub>bol</sub>  | 742°20,8'                    |           |                   |          |                                    | Σ-833.00                            | Σ+273.38                | Σ-833.00   | Σ-273.38 |                              |         |
| f <sub>β</sub>     | +0°02,8'                     |           |                   |          |                                    | f <sub>x</sub> =+0.21m              | f <sub>y</sub> =-0.29 m | 0.00       | 0.00     |                              |         |

$$f_{\beta_{goyber}} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4,2'.$$

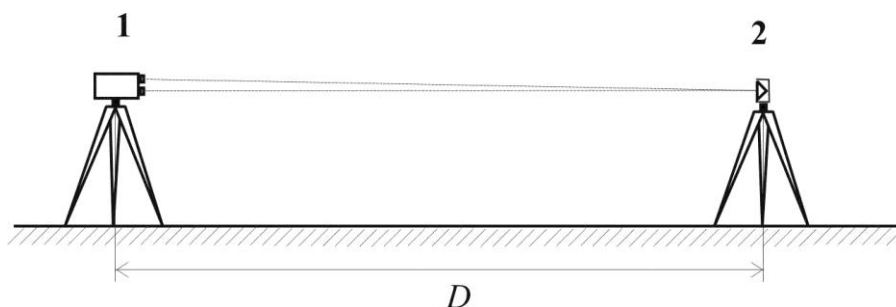
$$f_{abs} = \sqrt{0,21^2 + (-0,29)^2} = 0.35 \text{ m}; \quad f_{otn} = \frac{0,35}{886} = \frac{1}{2500};$$

## VI.3. TAHEOMETRLI SURATA ALMAGYŇ PLANyny GURMAK

### 6.3.1. 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) ştatiwiň üstünde ölçenýän çyzygyň başynda goýýarlar (6.3.1-nji surat), emma serpikdirijini (2) ýörite çelgide ýa-da ony hem ştatiwde, çyzygyň beýleki ahyrynda ýerleşdirýäris.



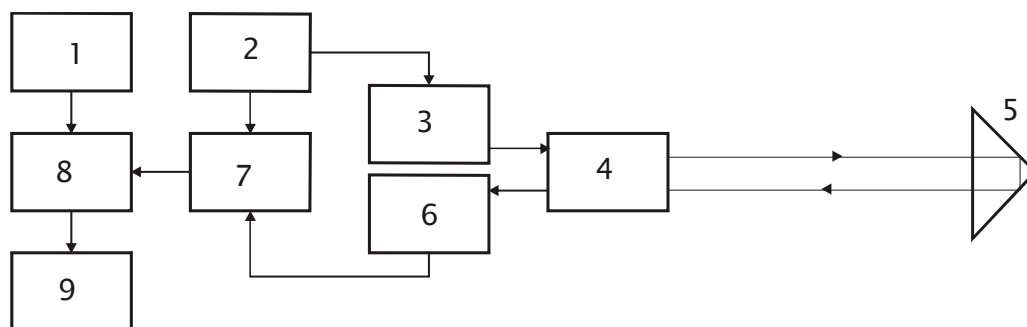
6.3.1-nji surat. Ýagtylyk uzakölçeýjisi bilen aralygy ölçemek.

Priýomoperedatçik ýagtylyk signalyny şöhlelendirýär, ony serpikdirijiden yzyna gaýdyp gelende kabul edip alýar. Şöhlelenenden soňra kabul edilýänçä aralykdaky wagty ölçeýär we geçen 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 önünde tutmalydyr. Wagty ölçemek fazaly ýa-da impulsly usullar bilen ýerine ýetirilýär.



6.3.2-nji surat. Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjisiniň shemasy.

Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjilerinde (7.2-nji surat) şöhlelendirmegiň 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 impulslaryň (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 impulslar 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 gorizontaly ýagdaýyna getirmek üçin hem kesgitlenen düzedişleri hasaba almak zerurdyr.

Priýomoperedatçik konstruktiv aýratyn gural görnüşli bolup, ol elektron taheometriň düzümine girýän teodeolit geýdirmesi (насадка) 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 tripelprizma bardyr. Tripelprizma ýagtylyk şöhlelerini nireden gelen bolsa, şol ugra serpikdirýär. Ölçeğiň uzynlygyny ýokarlandyrmak üçin köpprizmaly serpikdirijiler ulanylýar.

Plýonkaly serpikdirijiler ýagtylygy **1 x 1 sm** we ondan uly ölçegdäki plastik plýonkasyndan yzyna serpikdirýär. Plýonka ştrihler (meselem, wertikal we gorizontaly) geçirilendir. Plýonkaly serpikdirijiler bilen çyzyklaryň uzynlygyny prizmaly usuly bilen deňşdireniňde 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 ölçeglerini 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 ştatıwsız ulanýarlar, serpikdiriji hökmünde adamyň eli ulanylýar. Ýagtylyk şöhlesini gerek bolan obýekte seretdirýärler we guralyň şkalasynda 200 metre çenli aralygy 1.5 mm takyklykda alýarlar

### 6.3.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje

*Taheomeriki plany almak diýende, ýeriň üstünde gorizontal we wertikal planyny stansiýada bir gezek duranda almaklyga düşünnilýär. “Teheometr” sözüniň gelip çykyşy grek sözi bolup, ol türkmen diline “Çalt ýa-da tiz ölçeýäriň” 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(bi-nalaryň), 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 beýgelmesi 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 gorizontal we wertikal burçlary, taheometr, stansiýasyndan we reýkaly nokatlara çenli aralyklar-optiki, sapakly uzaklyk ölçeýjiniň 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 rekognessirovka etmek, plan almagyň torlarynyň punktlarynyň ýagdaýlaryny ýerde belgilemek, plany almagyň torlaryny döretmek, ýer üstüniň suduryňy we relýefini plana düşürmek hem-de plany almagyň netjesini ýerde barlamakdan ybarat. Ýerde ýerine ýetirilýän ölçeýjileriň netijelerini(žurnallary, ýazgylary) barlamak, punktlaryň koordinatla-ryny, beýikliklerini we plany düzmek otag şertlerinde geçirilýär.

### 6.3.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar

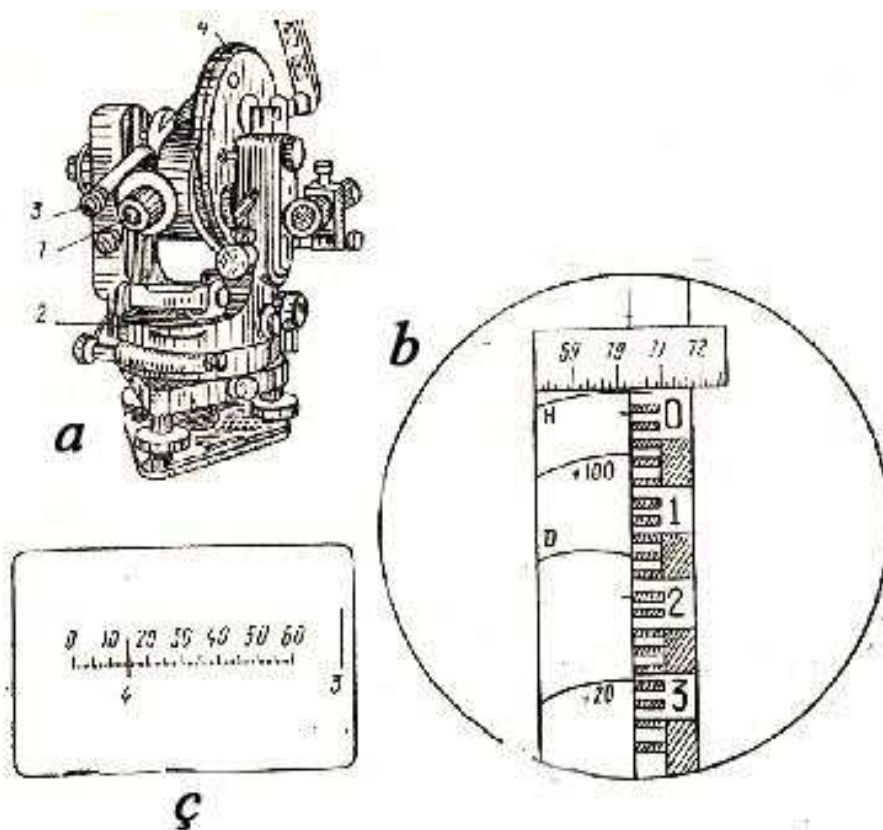
Taheometriki plany almakda aýratyn teodolit-taheometriki reýkalary, topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçeýjileri işledilýär. Burçlary ölçeýji gurallar teodeolit-taheometr, taheometr - awtomat we elektronly taheometr ýaly görnüşlerinde bolýarlar. Gaýtalanýan taheometriň wertikal tegelegiň alidadasyna urowen ornaşdyrylan hem-de optiki uzaklyk ölçeýji, bussol bilen üpjün edilen teodolittir. Teodolit-taheometrlere mysal bolup: *2T30*, *2T30П*, *2T5*, *2T5КП*, *TOM*, *OTM30*, *ТТ4* we başga teodolitleri görkezmek bolar. Taheometriki ýörelgeleri geçirmekde aralygy ölçemek üçin teodolit-taheometrleriň görüş trubasyna dürli görnüşli uzaklyk ölçeýji 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 dörettdi. 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 koordinatlaryny kesgitleýän guraly bilen birleşdirilmegi, geodeziýa ylymyňyň öşmegini güýçli depginde artdyrdy.

Awtomat-taheometrlere öňki SSSR-de işlenilip çykarylan **TA-2**, öňki **GDR-de** işlenilip çykarylan “*Delt*” 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 (6.3.3-nji a 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.



6.3.3-nji surat. Taheometr awtomat.

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 (6.3.3-nji ç surat). Diagrammada esasy egri çyzyk(**H**), aralygyň gorizonta kesiminiň proyeksiýasyny kesgitleýän egri çyzyk(**d**) hem-de beýgelmäni ölçeyän alty sany egri çyzykdan ybarat. Beýgelmäni ölçemegini 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.

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 tarapynda 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 kesgitlenilýär. Meselem, esasy egri çyzyk(**H**) bilen aralyk egri çyzygy, *D-iň* arasyna dogry gelýän reýkanyň bölekleriniň sany  $17,3 \text{ sm}$  (6.3.3-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 gelýär. 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 arasyna dogry gelýän 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:

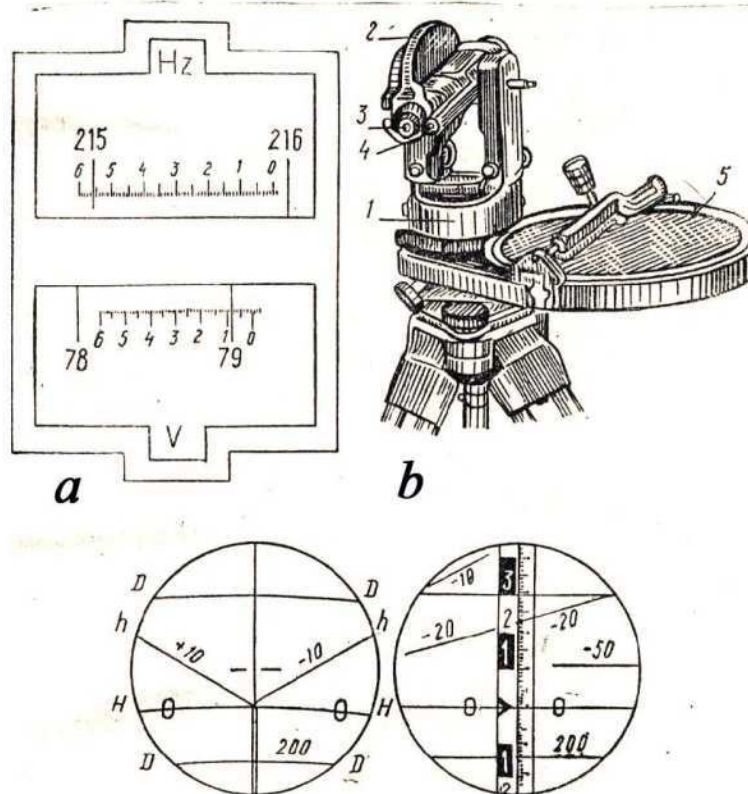
$$\nu = \frac{1}{2} \cdot (R - L - 180^\circ);$$

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-teheometriň 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.



6.3.4-nji surat. Teheometr **Delt**

TA-2 teheometri bilen işlemegiň 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  $50-100\text{ m}$  aralykda beýgelmegi göni we ters ugurda  $\pm 1,6\text{ sm}$  takyklykda,  $100-180\text{ m}$  aralykda  $2,1\text{ sm}$ ,  $340\text{ m}$  aralykda bolsa  $4\text{ sm}$  takyklykda ölçemek bolar.

“Delt” teheometri wertikal tegelegi optiki mikroskoply teodeolittir (6.3.4-nji b surat). Onuň gorizonta (1) we wertikal (2) tegeleklerinden hasaplar, görüş turbasyň (3) ýanyna ornaşdyrylan turba (4) arkaly göz bilen çemeläp  $0,1'$ -a çenli takyklykda alynýar. 6.3.4-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 ölçýjisiniň sapaklary, esasy egri çyzyk (H) hem-de aralygyň gorizonta proyeksiýalaryny ölçemegiň egri çyzygy (D), beýgelmegi ölçemegiň egri çyzyklary görünýär. 8.4-nji d suratda

bolsa görüş turbasyny gyýaladyp reýka sereden wagtynda görüş meýdany teswirlenen “*Delt*” taheometrinde aralygyň gorizonta proyeksiýasyny ölçemek, uzaklyk ölçýjiniň koeffisiýenti **200**, egri çyzygynyň (H) ýokarsynda **100**, aşagynda bolsa **200**, beýgelmäni ölçemek maksadynda egri çyzyklaryň koeffisiýentleri **±10**, **±20** we **±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 ölçemegiň egri çyzyklarynyň arasyndaky aralygy görkezýär. 6.3.4-nji suratda esasy egri çyzyk(H) bilen aralygyň gorizonta proyeksiýasyny 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 ölçýäris. Esasy egri çyzyk(H) bilen beýgelmäni ölçemegiň egri çyzygynyň (-20), wertikal çyzyk bilen reýka-nyň kesişýän ýerinden 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), nyşanalanýan 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 aýlandyrlanda 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 ýeriň üstünde çyzylyp gidilýär.

“*Redt*” reduksion taheometri goşmaça teswirli uzaklygy ölçýjisi bar. Bu uzaklyk ölçýjiniň kömeginde **180 m**-e çenli aralygy **1:5000** oňnositel 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.

### 6.3.4. Trigonometriki niwelirmek

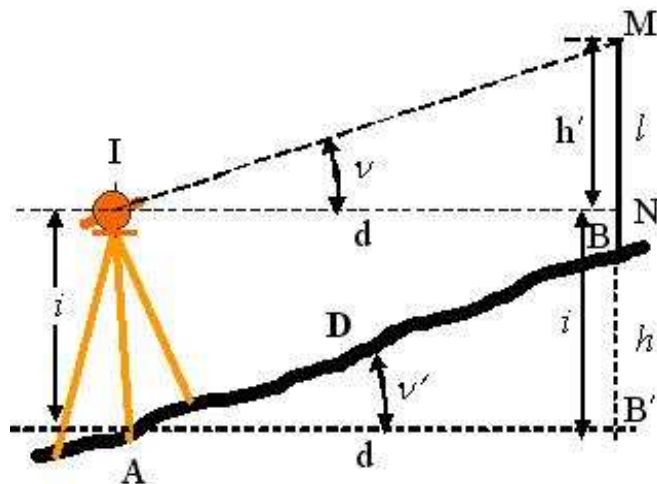
**Trigonometriki niwelirlemekte beýgelmäni** kesgitlemekde berlen çyzygyň ýap-gytlyk burçy we onuň uzynlygyna eseslanýar (6.3.5-nji surat). Suratda  $ABS$  üçburçlygyň  $BB'$  tarapy, şu üç-burçlygyň  $B$  nokadynyň  $A$  nokadyna baglylykda beýgelmesi( $h$ ) bolýar. Beýgelmäni kesgitlemek üçin  $A$  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 ( $\nu$ ) ölçeýäris. Ýerdäki  $A$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky aralygyň gorizonta proyeksiýasy  $AB=d$  bolsa  $MIN$  üçburçlukdan aşakdakyny almak bolar:  $MN = h' = d \cdot tg \nu$ ; suratdan görnüşi boýunça  $h + l = i + h'$ .

Bu formu;adan h' ornuna, onuñ bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h + l = d \cdot \operatorname{tg} v + i$$

Formuladan beýgelmäni tapsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l$$



6.3.5-nji surat. Beýgelmäni kesgitlemegiň shemasy.

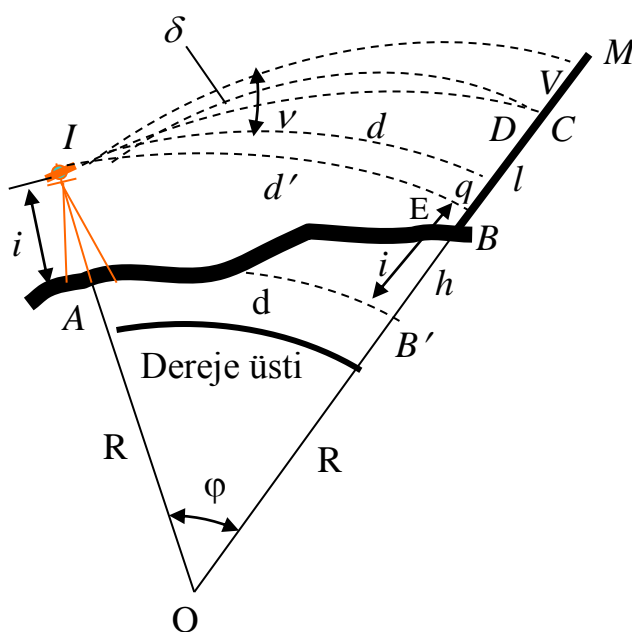
Beýgelmäni şu ýokarda görkezilen formula boýunça hasaplap çykarmakda  $d \cdot tg \nu$ -nyň bahasyny tapmak üçin mahsus tablisadan ýa-da hasaplaýyş mikrokalkulýatorlardan peýdalanmak bolar. Şurata almagyň wagtynda guralyň( $i$ ) we çelginiň( $l$ ) beýiklikleri ruletkanyň ýa-da reýkanyň kömeginde ölçenilýär. 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 nyşanalajy şöhlesi şu çelgä nyşanalansa, onda  $i = l$  bolanlygyndan niwelirlemegiň formulasy aşakdaky görnüşe gelýär:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v.$$

**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 beýgelmelerini kesgitlemekde ulanmak 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 täsirini göz önünde tutmak bilan kesgitlenilmelidir. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitlemäge nähili täsir edişine düşünmek maksadynda mysala seredeliň (6.3.6-njy surat). Suratda trigonometriki niwelirlemegiň sadalaşdyrylan görnüşündäki çyzgysynda, **A** nokada ornaşdyrylan teodeolit-taheometriň beýikligini(*i*), **B** nokada dik ornaşdyrylan çelginiň beýikligi (*l*) görkezilen. Teodolit - taheometriň wertikal oky we çelginiň oky ugurlarda dowam etdirilse, ýeriň merkezinde  $\varphi$  burçy emele getirip kesişýär. Bu burça **merkezi burç** diýilýär. Suratda *R* – Ýeriň radiusy.

Eger-de *A* nokatdan Ýeriň dereje(urowen) üsti geçirilse, onda *AB'* duga emele gelýär. Şu ýerde *BB'* çyzygyň uzynlygy *A* nokadyň *B* nokada baglylykda beýgelmelerini görkezýär. Şular ýaly teodolit-taheometriň gorizonta okundan dereje üsti geçirilse, onda *IE* duga emele gelýär. *BE* çyzygyň uzynlygy bolsa, guralyň beýikligine deň bolýar. Suratdan görnüşi ýaly, *ID* gorizonta nyşanalaýjy şöhläniň ugry *IE* duganyň ugry bilen gabat gelýär. Şu ýerde *ED=q* çyzygyň uzynlygy, Ýer üstüniň sferikliginiň beýgelmä edýän täsiri üçin girizil-ýän düzedişdir.



6.3.6-njy surat. Trigonometriki niwelirlemekde beýgelmäniň kesgitlenişi.

Howanyň basyşynyň dürli nokatlarda dürliçe bolanlygyndan gelýän şöhle *MI* göni çyzyk boýunça däl-de, belki *IC* dugasyna bolan *ID* göni çyzyk bilen ýönelýär. Diýmek, wertikal burçy ölçemek wagtynda atmosferanyň refraksiýasynyň täsiri netijesinde  $\angle CID$  burçuň ýerine  $\angle DIM$  burç( $\nu$ ) ölçenilýär,  $\nu$  burç  $\angle CID$  burçundan refraksiýa burçy( $d$ ) ýaly tapawutlanýar. Şu ýagdaýda refraksiýanyň, nokadyň beýikligine edýän täsiri üçin girizilýän düzedişi  $MC=r$  çyzygyň uzynlygyndan ybarat bolýar.

Suratdan görnüşine esaslanyp şu aşakdakyny ýazmak bolar:

$$h + l + r = \nu + q + i.$$

*IDM* üçburçlyk göni diýip hasap edilse, onda  $d = d'$  bolýar, onda

$$\nu = d \cdot \operatorname{tg} \nu$$

$\nu$ -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 çykýar. 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 kesgitlemege 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 kesgitlemege girizilýän düzedişň 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 ölçeýji bilen ölçemekde peýdalanylýan trigonometriki niwelirlemegiň formulasy belli bir derejede tapawutlanýar. Ýokarda görkezilen trigonometriki niwelirlemegiň formulalaryny, iki nokadyň arasyndaky aralygynyň, gorizontaly proyeksiýasy belli bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Trigonometriki niwelirmekde ýapgytlyk burçy optiki uzaklygy ölçeýji bilen ölçenen bolsa, beýgelmäni kesgitlemegiň formulasy başgaça bolar. Ýagny,  $h = d \cdot \operatorname{tg} \nu$  formuladaky  $d$ -niň ornuna, uzaklyk ölçeýji bilen ölçenen aralygyň bahasyny ( $d = k \cdot l \cdot \operatorname{Cos}^2 \nu$ ) goýsak, formula aşakdaky görnüşi alar:

$$h = k \cdot l \cdot \operatorname{Cos}^2 \nu \cdot \operatorname{tg} \nu;$$

formuladaky

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{\operatorname{Sin} \nu}{\operatorname{Cos} \nu}$$

bolanlygyndan, beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = k \cdot l \cdot \operatorname{Cos} \nu \cdot \operatorname{Sin} \nu.$$

Trigonometriýadan belli bolşy ýaly  $2 \cdot \operatorname{Cos} \nu \cdot \operatorname{Sin} \nu = \operatorname{Sin} 2\nu$  baha deňdir. Onda formula goýmak bilen şu aşakdakylary alarys:

$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot \operatorname{Sin} 2\nu.$$

Bu ýerde  $k$ -optiki uzaklygy ölçeýjiniň 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 niwelirmegiň formulasy aşakdaky ýaly bolýar:

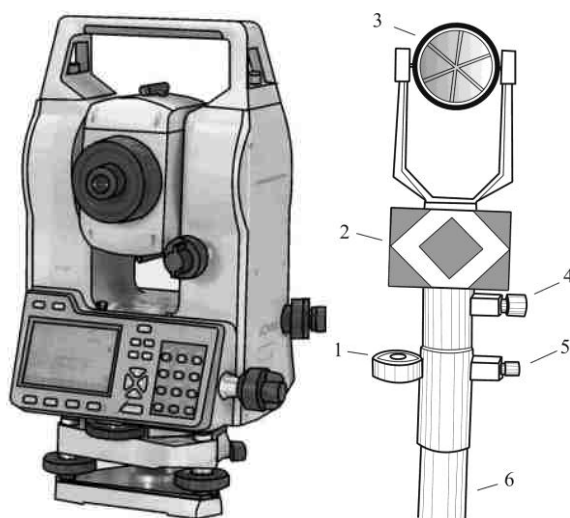
$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot \sin 2\nu + i - l + f.$$

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).

### 6.3.5. Elektron taheometrler

**Elektron taheometri** – bu özüne ýagtylyk uzakölçeýjini, elektron teodoliti we mikro-EHM birleşdirýän guraldyr. Ýagtylyk uzakölçeýjisi serpikdirijä çenli aralygy ölçeýär. Elektron teodolitiniň gorizontal 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 oçýar. Şeýle-de guralyň içki huşunda (ýadynda) hasaba alynýar (registirlenýär) we geljekki (soňraky) kompýuterde işlemek maksady bilen fleş - kartalarda fiksirlenýär (hasaba alynýar).



### 6.3.7-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 ýagtylandyryjy gurluşyny hem alýar. Şeýle-de serpikdirijili çelgini (wehany) çyzygyň üstünde goýmagy ýeňilleşdirýän, guralyň trubasynyň ugruny ýagtylyk yşygynyň 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 gorizont al we wertikal burçlary, çyzygyň direksion burçlaryny, gorizont kesimiň uzynlygyny (priloženiýany), beýgelmäni, serpikdirijiniň goýlan nokadynyň beýikligi, koordinatlar artmasy, seredilýän nokadyň tekiz we giňişlik koordinatlar 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 tutulandyr. 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 onduryň 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 çäkde 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 ölçeyär. Şular ýaly ölçegleriň uzynlygy dürli gurallarda 70-350 metr çäklerinde üýtgeýär.

Elektron taheometrleriň ulanylmagy köp derejede işiň öndürilijini ýokarlandyrýar, 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.

### 6.3.6. Skanerli surata almak

**Lazer skaneri** – bu surata alynýan obýektiň üstünde ýerleşýän köp sanly nokatlaryň giňişlik koordinatlaryny awtomatiki kesgitlemek üçin niýetlenen guraldyr.

Skaner obýektiň üstünden serpikýän we gurala gaýdyp gelýän lazer şöhlelerini goýberýär (goýberýär). Signalyň geçiş wagty boýunça edil ýagtylyk uzakgölçejjilerinde bolşy ýaly serpigen nokada çenli aralyk kesgitlenilýär.

Guralyň ädimleýji dwigateli aýnalaryň (zerkalalaryň) sistemasy bilen lazer şöhlesiniň ugruny üýtgedýär. Aýnalaryň (zerkalaryň) öwrülme burçy we ölçenen aralyklar boýunça nokatlaryň üç ölçegli koordinatlary hasaplanylýar.



6.3.8-nji surat. **Leica HDS2500** Lazer skaneri.

Skaner interfeýsli kabeliň üsti bilen kompýutere birleşdirilýär. Kompýuter bolsa goýlan programma arkaly skaneriň işini dolandyrýar we ölçegiň netijelerini hasaplaýar.

Surata almagy geçirmekde obýektiň üsti “nokatlaryň toplumy” bilen örtülýär, ol bolsa köpsanly nokat bolup, olaryň gürlüğü 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 (мишень) alynýar. 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 (6.3.8-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.

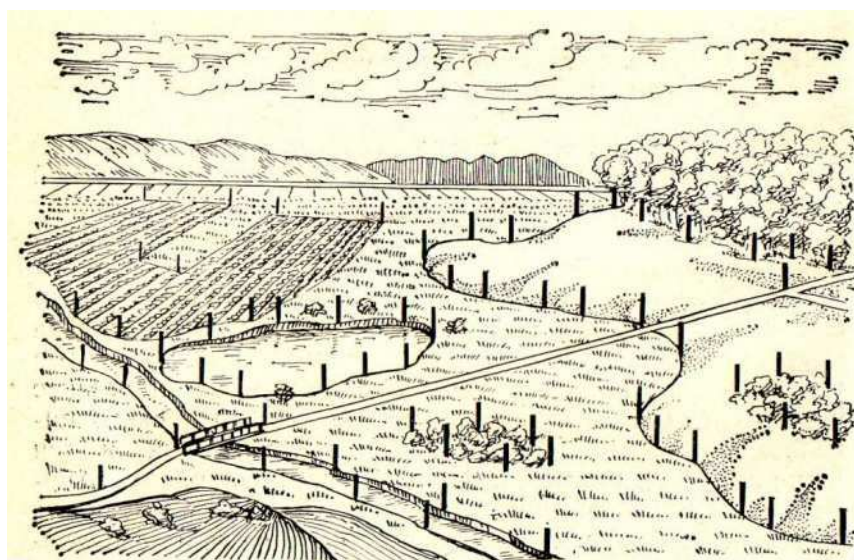
### **6.3.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler**

Taheometriki plany almakda teodolit-niweliri, teodolit-beýiklik we taheomet-riki ýörelgelerine esaslanylýar. Ýeriň üstüniň sudurlaryny we relýefini plana almakda, toruň punktlary stansiýa bolup hyzmat edýär. Punktlaryň 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 geçirilýär. Aýyk 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.

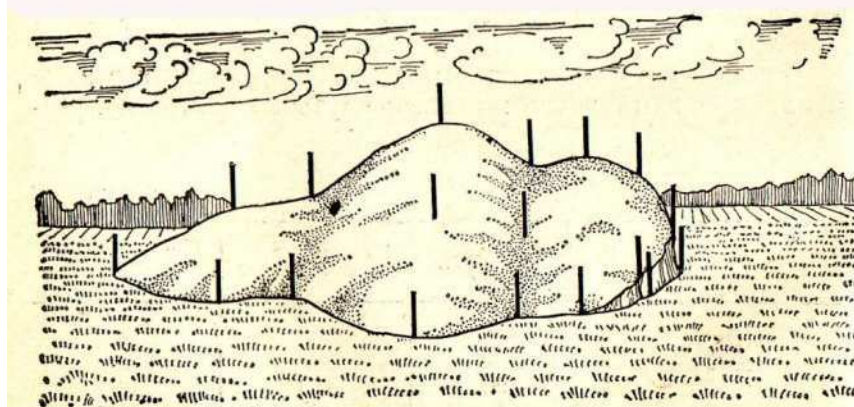
Teodolit-niwelir ýörelgesini geçirmekde burçlary teodolidiň kömeginde, aralyk bolsa, ikilenç şekillendirýän uzaklyk ölçejileri DD-3, DD-5, DH-08 optiki sapakly uzaklyk ölçejileri ýa-da topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçejileri bilen ölçenilýär we toruň punktlarynyň planly koordinatlary kesgittenilýär.

Taheometriki ýörelgede geçirlen gorizontal burçlar teodolit bilen doly usulynda (priýomda) aralyk bolsa göni we ters ýörelgede optiki sapakly uzaklyk ölçejileri bilen ölçenilýär. Gaýtalanýan teodolitler işledilende wertikal burçlar teodolidiň sag we çep tegeleginden hasaplary almak bilen trigonometriki

niwelirlemegiň formulalaryny ulanmak arkaly kesgitlenilýär. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeler kesgitlenende, 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 tapylýar. Taheometriki ýörelgesi geçirilende awtomat-taheometrden peýdalanylsa, ýörelgäniň her bir tarapyň beýgelmesi çyzygyň üstünde, göni we ters ugurlarda ölçenilýär.



**Konturly piketleri saýlamak**



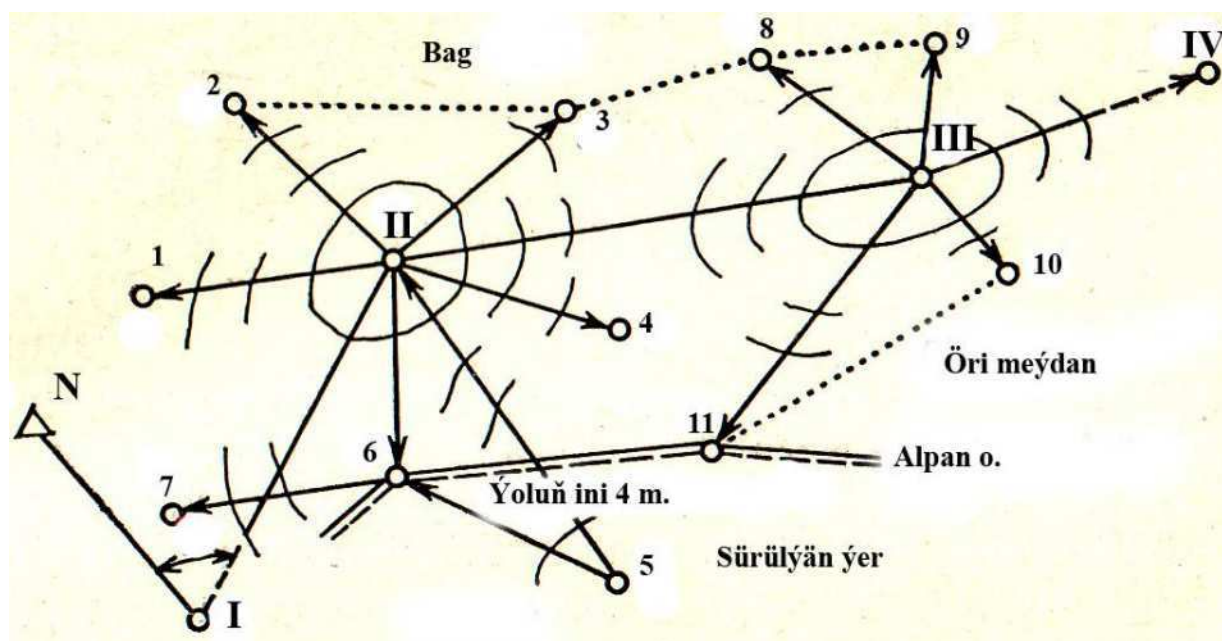
**Beýiklik piketleri saýlamak**

#### 6.3.9-njy surat. Taheometriki surata almagynda sudurly we relýefli piketleriniň alnyşy

Taheometriki plany almak torlary geodeziki daýanç punktlaryna teodolit we niwelir ýörelgeleri ýaly baglanyşdyrylýar.

Ýer üstüniň sudurly we relýefi köplenç, torlary geçir-mek bilen bir wagtynda plana düşürilýär. Munuň üçin her bir stansiýanyň töweregindäki sudurlaryň we relýefiň häsiýetli nokatlaryny belleýärler. Nokatlaryň (piketleriň) sany ýerdäki suduryň we relýefiň çylşyrymlylygyna we plany almagyň masştabyna baglydyr. Meselem, nokatlar depäniň ýokarsyndan, eňňidiň görünmeýän yerinden,

jar we jülgäniň gyrasyndan, suw bölüji çyzygyň öwrümli ýerlerinden we beýleki häsiýetli ýerlerinden alynýar. 6.3.9-njy suratda kölüň, ýolyň häsiýetli nokatlaryndan 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.



6.3.10-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 (6.3.10-njy surat).

Plany almagyň takyklygyny ýokarlandyrmak maksadynda, guralyň ornaşdyrylan nokadyndan, piketlere çenli aralygyň belli çäkden 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, gorizonta 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 gorizonta tegelekde alidadanyň nuly bilen limbiň nulyny gabatlaşdyrýarys we alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris. Soňra gorizonta tegelegiň limbini boşadýarys, görüş turba alidada bilen birlikde, limbiň açyk ýagdaýynda aýlandyrylyp, bussolyň magnit diliniň boşadylan ýagdaýynda, demirgazyk magnit meridianyň ugry bilen gabat gelyänçä, teodolidi aýlandyryarys. Bussolyň nul punkty bilen magnit dili gabat gelen ýagdaýynda gorizonta tegelegiň alidadasynyň berkidiji nurbatyny boşadyp, limbiň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris (ýapýarys) Netijede, magnit diliniň ugry *Demirgazyk magnit meridianynyň* ugry boýunça ýerleşer we teodolit *oriýentirlenen* bolýar. Şu ýagdaýda taheometriň görüş turbasy ýerdäki çelginiň duran nokadyna (onuň düýbüne, aşagyna) seretdirilip 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 alidadasy, 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 ýazylýar. Görüş turbasy yzky punktdaky reýka nyşanalanylýar, görüş turbasynyň görüş meýdanyndan sapakly optiki uzaklyk ölçejjiden, optiki mikroskopyň gorizonta we wertikal tegeleklerinden hasaplary alýarys we žurnala ýazýarys;

3. Görüş turbasy öňdäki nokatdaky reýka nyşanalanylýar, şu ýagdaýda hem uzaklyk ölçejjiden, 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 gorizental 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 ölçeýji çyzyklardan gorizental hem-de wertikal tegeleklerden hasaplar alynýar. Taheometriki žurnallardan peýdalanyň stansiýadan nokatlara (piketlere) çenli bolan aralyklaryň gorizental proyeksiýalary hem-de beýgelme-leri hasaplanylýp çykarylýar. Plany almakda awtomat-taheometrler işledilýän bolsa, nokatlara çenli bolan aralyklaryň gorizental proyeksiýalary we beýgel-meleri, guralyň kömeginde kesgitlenilip žurnala ýazylýar. Şonuň bilen stansiýada iş gutarýar, görüş turbany öndäki nokatdaky reýka nyşanalaýarys 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 töwregindäki 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 ýeňilleşdirmek maksadynda, krokide ugurlaryň ýönelişi peýkamlar bilen, relýefiň häsiýetli ýerlerinde ýerleşen nokatlardan pesde ýerleşen nokatlara, peýkamlary ugrukdyrmak arkaly görkezilýär.

### **6.3.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak**

Taheometriki surata almakda, ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini, ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtda alnyň 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 akarlarny 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 ölçeýäris;

3. Surata alynýan taheometriki ýörelgesiniň gorizental burçlaryny hem-de yzky we öndäki nokatlara tarapdaky ýapgytlyk burçlary, şeýle hem taheometriň L we R tegeleklerinde, optiki sapakly uzaklyk ölçeýjileri 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 maksdynda uzaklyk ölçýäniň reýkasyndan we wertikal hem-de gorizental tegelekleriň limblerinde hasaplary alýarys. Alnan hasaplary taheometriki surata almagyň žurnalynyň degişli sütünlerine ýazýarys. Uzaklyk ölçýäniň reýkasyndan hasap almakda, eger-de ýöriteleşdirilen, uzaklyk ölçýäji 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 gorizental we **1'** takyklyk bilen wertikal tegeleklerden hasaplar alýarys. Haçan-da uzaklyk ölçýäji 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 gorizental sapagy, reýkanyň takmynan ortasyna seretdirmek bilen uzaklyk ölçýäji sapaklardan hasaplary alýarys. Görüş turbasynyň gyraky sapaklarynyň *NY-ni* nula getirmegi, edil ortaky sapagyňky ýaly geçirmek bolar. Haçan-da reýkanyň ýokarsyna görüş turbanyň aşaky sapagyny(turbanyň görüş meýdanyn-daky görünýän 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 gorizental tegelegiň limbiniň ilki başdaky goýulan hasabyndan **2'**-dan köp tapawut etmeli däldir.

Ölçeğiň ähli netijelerini, şonuň bilen birlikde barlag hasabyny hem öz içine goşmak bilen žurnala ýazýarys.

8. Žurnala ýazylýan maglumatlardan daşary, sahypada her bir stansiýa üçin ýörite abrisi, ýer üstüniň relýefiniň häsiýetli çyzyklaryny, iki goňşy punktlaryny we oriýetirlenen çyzyklaryny belgilemek bilen çyzýarlar. Žurnaldaky we abrisdäki punktlaryň tertip belgileri hökmany gabat gelmelidir.

Gorizental geçiriljek nokatlaryň arasyny interpolirmek maksadynda dilja-gazlar(peýkamjagaz) geçirýärler. Relýefi shematiki gorizontallar bilen görkez-mek bolar. Yer üstüniň sudurlaryny şertli belgileri we düşündiriş ýazgylary bilen görkezmek bolar.

Tekiz ýeriň üstüni surata alanda nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksadynda gorizental nyşanalanan şöhläni almak bolar. Onuň üçin taheometriň wer-tikal 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.

### 6.3.9. 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 gorizental kesimleriniň uzynlyklaryny, nokatlaryň arasyndaky beýgelemeleri we berlen punktlaryň 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 niwelirmekde ulanylýan formulalaryň kömeginde hasaplanylýar.

Plany almagyň žurnaly barlanandan soňra, taheometriki ýörelgäniň çyzgysyny(shemasyny) çyzyp, oňa ýörelgäniň taraplarynyň uzynlyklary, öwrümlü burçlary, cyzyklaryň ortaça beýgelmeleri, daýanç punktlarynyň koordinatlary we beýiklikleri ýazylýar. Taheometriki ýörelgäniň koordinatlary, teodolitli ýörelgesiniň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamakdaky ýaly geçirilýär. Punktlaryň beýiklikleri bolsa triganometriki niwelirmekdäki ýaly hasaplanyp çykarylýar. Geçirilen hasaplamalary “*Stansiýalaryň beýikligini kesgitlemegiň žurnalyna*” ýazylýar (6.3.1-nji tablisa).

1.Teheometriki surat almagyň maglumatlaryny işlemäge başlalyň! Onuň üçin ilki bilen “*Wertikal tegelegiň nul ýerini*” stansiýa üçin hasaplalyň, ol teodolit-taheometriki niwelirmegiň 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.

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:

$$\nu = L - NÝ = NÝ - R$$

6.3.1-nji tablisa

**Duralgalaryň beýikligini kesgitlemek tablisasy**

| №/№  | Çyzyklaryň gorizonta kesimleriniň 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 | 201,70  | -0,59   | +0,56                     | -0,57 | +0,02           | -0,55     | 70,15                               |
| I    | 151,80  | +0,30   | -0,37                     | +0,34 | +0,02           | +0,36     | 69,60                               |
| II   | 200,15  | +1,22   | -1,15                     | +1,18 | +0,03           | +1,21     | 69,96                               |
| PP51 |   |   |                           |       |                 |           | 71,17                               |
|      | P=553,65  |   | $\Sigma + = 1,52$         |       |                 |           |                                     |
|      |   |   | $\Sigma - = 0,57$         |       |                 |           |                                     |
|      |   |   | $\Sigma h_{Orta} = +0,95$ |       |                 |           |                                     |
|      |   |   | $\Sigma h_{Bol.} = +1,02$ |       |                 |           |                                     |
|      |   |   | $f_h = -0,07$             |       |                 |           |                                     |

**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 kesgitleliň:

$$D = 201,70 \cdot \operatorname{Cos} 0^{\circ}34,5' = 201,70 \cdot 0,99994 = 201,69 \text{ m.}$$

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:  $\nu = 0^{\circ}54'$ ,  $i = 1,41$  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:

$$h = \frac{h + h'}{2} = \frac{0,59 + 0,56}{2} = 0,575 \text{ m.}$$

# 6.3.2-nji tablisa

## TAHEOMETRIKI SURATA ALMAGYŇ ŽURNALY

2002-nji ýylyň Oguzhan aýynyň 2-i

Teodolit 2T30 № 68786

Duralga № PP49

Guralyň beýikligi  $i=1,39$  m

Duralganyň beýikligi  $H_0=70,15$  m

| Seredilýän nokatlar | Uzakly ölçeyji boýunça hasaplar | Hasaplar, mm |         | NÝ      | v        | Gorizont kesimiň uzynlygy, m | $H_0 = S \cdot \text{tg } v$ | 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'        |         |         |          |                              |                              |                             |                 |                 |         |

Bu ýerde h-çyzygyň göni ugurda beýgelmesi, m; h'-çyzygyň ters ugurda beýgelmesi, m. Alnan netijäni tablisanyň 5-nji sütünine ýazýarys.

5. Taheomtriki 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. Haçan-da ýörelge açyk görnüşli bolsa, onda ýalňyşlyk şu aşakdaky formulanyň kömeginde kesgitlenilýär:

$$f_h = \sum h_{Orta} - \sum h_{bolmaly}.$$

Bu ýerde

$$\sum h_{bolmaly} = H_{Ahyrky} - H_{Başlangyç}.$$

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 kesgitlemegyň 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  $\sum S$  -ýörelgäniň ýüz metrdäki 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 paýlaýarys 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, 6.3.2-nji tablisany işlemeli bolýarys. Bu žurnaly işlemek üçin şu aşakdaky işler yzygiderlikde geçirilýär:

1. Optiki uzaklyk ölçýjiniň kömegi bilen kesgitlenen çyzyklaryň aralyklary-ny gorizont almagyň ýagdaýa getirmek. Bu işi ýerine ýetirmek maksadynda, ýokarda bellenen, gorizont kesimiň uzynlygyny kesgitlemegiň formulasyny ulanmak bolar.

2. Stansiýalar bilen piketli nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçlaryny, wertikal tegelegiň nul ýerini (NÝ) hasaba almak bilen trigonometriki niwelirmegiň ýapgytlyk burçy kesgitlemegiň formulasyndan peýdalanamak bolar.

3. Stansiýalaryň we piketli nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri trigonometriki niwelirmegiň doly däl formulasynyň kömegi bilen kesgitlemek bolar. Ýagny, gural bilen reýkanyň beýiklikleriniň deň bolan ýagdaýyndaky ( $i=l$ ) formulasyny ulanmak bolar.

4. Piketli nokatlaryň beýikligini stansiýanyň beýikligi bilen piketli nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň algebraik jemi görnüşinde almak bolar. Ol şu aşakda ýaly ýazylýar:

$$H_{reýkaly} = H_D + h.$$

Bu ýerde  $H_D$ -duralganyň beýikligi, metrde;  $h$ -duralga bilen reýkaly nokatlaryň arasyndaky beýgelme, metrde.

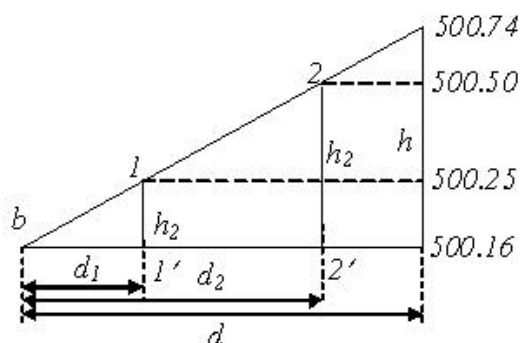
Teodeolit-taheometriki ýörelgesi geçirilende aralyk polat lentasy bilen ölçen bolsa, onda çyzykly ýalňyşlygyň **1:1000-1:1500** otnositel ululykdan geçmezligi geredir.

### 6.3.10. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak

Hasaplamak işlerini gutarandan soňra, taheometriki surata almagyň planyny gurmaga girişýäris.

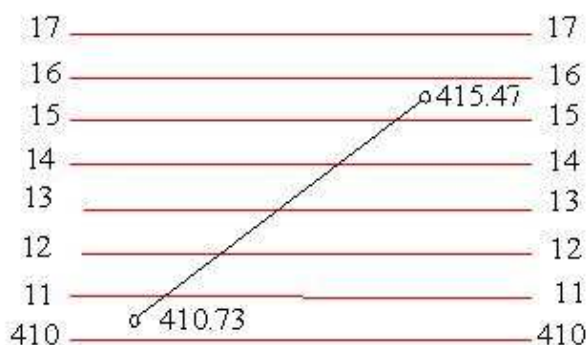
Bu işi ýerine ýetirmek maksadynda, çyzygy kagyzyň (watmana) sahypasyna ýa-da planşete koordinatlar toruny geçirýäris we olaryň bahalaryny ýazýarys. Bahalaryny ýazmakda “*Stansiýalaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemek*” tablisasyndan peýdalanýarys. Koordinata toruň bahalary *100 metrden 1:1000* masştably plan üçin, *200 m-1:2000* masştably plan üçin, *500 m-1:5000* we ş.m. aralyklara kratnyý bolan ýagdaýda alynýar.

Koordinata torunyň dogry gurlanlygyny barlamak maksadynda, gurlan kwadratlaryň islendiginiň diagonalyny sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen alyp, şu aralygy beýleki indördüleriň diagonalaryny bilen deňeşdirýäris. Su ýagdaýda olaryň arasyndaky tapawut gurlýan planda **0,2 mm-den** geçmeli däl.



6.3.11-nji surat. Analitiki usul bilen gorizontallary geçirmek.

Plany gurmak üçin edil teodolitli surata almagy ýaly geçirilýär: ilki bilen guruljak planyň absissa we ordinata oklary boýunça santimetrdeki bahalaryny kesgitleýäris. Bu işi geçirmegiň esasy sebäbi gurulýan planyň sahypanyň ölçeglerine baglylykda simmetrik ýerleşdirmek maksadynda geçirilýär. Taheometriki surata almagyň planyny, ýörelgedäki duralgalaryň gönüburçly koordinatlary boýunça gurýarlar.



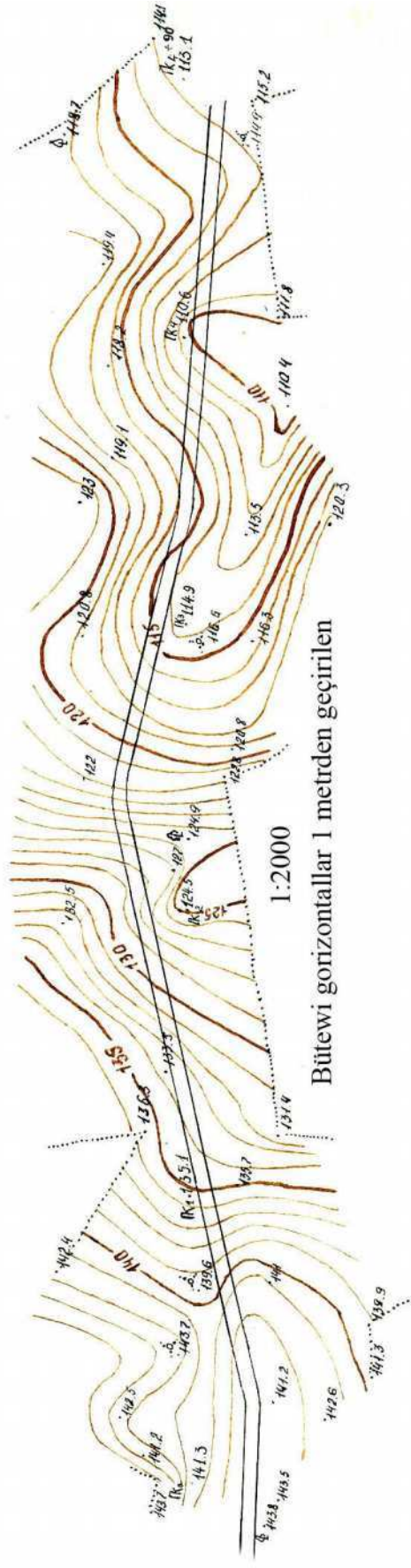
6.3.12-nji surat. Grafiki (paletkalar) usuly bilen gorizontallary geçirmek.

Plany gurmakda kese masştab we Drobyşýewiň çyzgyçlary, sirkul-ölçeýjisi, **T, T1, T2 galamlary**, geodeziki transportir gerekdir. Gurlan her bir stansiýanyň dogry gurlandygyny barlamak maksadynda, olaryň arasyndaky çyzyklaryň aralyklaryny kese masştab çygyjy we sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen ölçäp, ýeriň üstünde ölçenilen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy bilen deňeşdirilýär. Çyzyklaryň arasyndaky tapawut, gurulýan planyň masştabynda **0,2 mm-e** düşýän san bahadan uly bolmaly däldir.

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.

## Taheometriki surata almagyn

### PLANY



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 gorizontalar bilen, surata almagyň abrisiniň esasynda çyzylyp gidilýär. Abrisde haýsy nokatlary bir-birleri bilen birleşdirmelidigi we relýefiň eňnitlikleri görkezilýär.

Relýefi gorizontalar bilen teswirlenen bolsa, onuň häsiýetli nokatlary, merselemdepäniň in 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 çyzgysy*” diýen ýaly manyda alynýar. 6.3.11-nji suratda  $a$ ,  $b$ ,  $c$  we  $d$  nokatlar plana düşürilen we beýiklikleri ýazylan diýeliň. 6.3.11-nji suratda profil ab çyzygy boýlap görkezilen, aba we  $lal'$  gönüburçly üçburçlyklaryň meňzeşliginden aşakdaky deňlemeleri bolar:

$$ll'=h; \quad b1'=a1; \quad aa'=h; \quad ba'=d.$$

$$\text{onda, } \frac{d1}{d} = \frac{h1}{h} \text{ bu ýerden } d1 = \frac{d \cdot h1}{h}$$

Diýmek iki nokadyň arasynda-ky aralyk we nokatlaryň beýiklikleri belli bolanda, her bir noka-dyň ýanyndaky gorizontaly tapmak kyn bolmaz. Beýleki gorizontalar şuna esaslanyp tapylýar. Meselem, nokarlaryň arasyndan geçýän gorizontalaryň arasyndaky aralyk şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$d_1 = \frac{2.0sm \cdot (500.25 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 0.30sm;$$

$$d_2 = \frac{2.0sm \cdot (500.50 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 1.17sm;$$

Gorizoantallaryň ýagdaýyny analitik usulda tapmak üçin köp wagt gerekligi sebäpli, şu maksat üçin grafiki usulyndan peýdalanmak amatlydyr. Bu usulda gorizontalaryň ýagdaýyny tapmakda paletka diýilýän esasbap ulanylýar (6.3.12-nji surat). Palatka bir-birinden belli aralykda parallel çyzyklar çyzylan aňyrsy görünýän 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 bilmek bolar. Meselem, relýefiň kesişme beýikliginiň 1 m bolan ýagdaýynda beýiklikleri 411 m, 412 m, 413m, 414 m we 415 m bolan gorizontalar, ýagny 5 sany gorizontaly geçirmek bolar. Onuň üçin paletka planda, gorizontalaryň geçiriljek nokatlaryň üstünde goýup parallel çyzyklaryň arasynda A we B nokatlaryň beýikligi gabat geler ýaly ýerleşdirýäris.

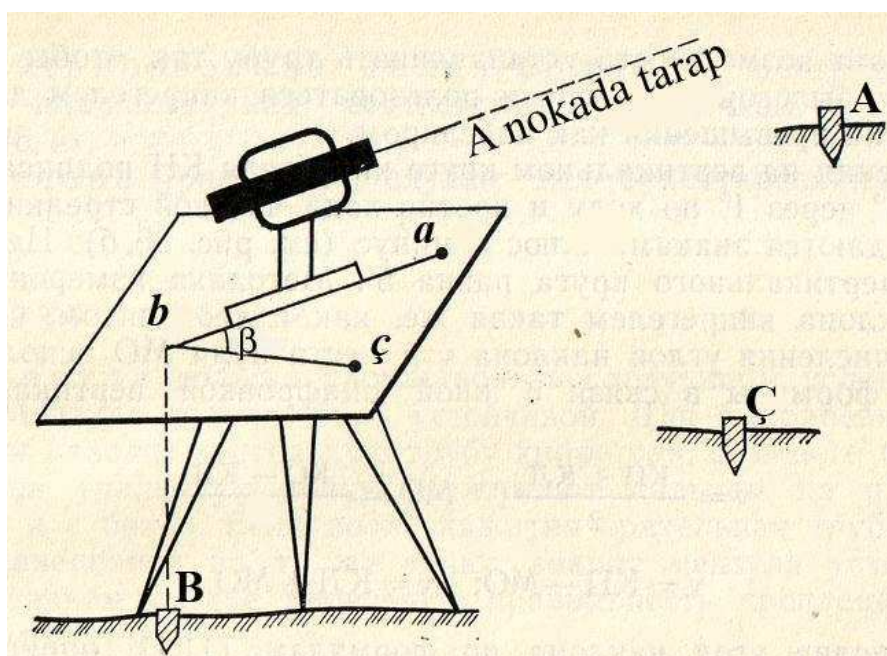
Bu ýagdaýda A nokat 410 m we 411 m gorizontallaryň, B nokat bolsa 415 m we 416 m-li gorizontaý çyzyklaryň ortasynda ýatýar. Şu ýadaýda gorizontaý çyzyklar, nokatlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny görkezzer.

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 (6.3.13-nji surat).

## VI.4. MENZULA BILEN PLAN ALMAKLYK

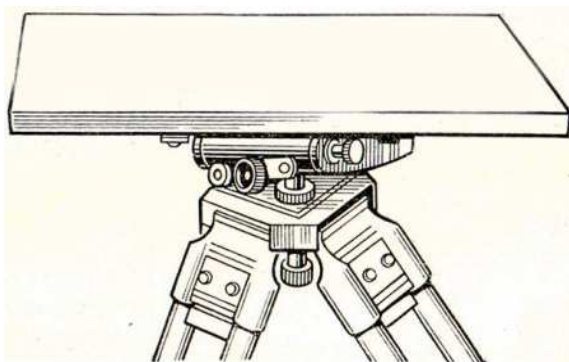
### 6.4.1. Menzula bilen plan almagyň esasy

Menzula plany almagynyň beýleki usullaryndan tapawudy diýseň uludyr. Topografiki plany ýeriň üstünde ölçeg işleri alnyp barylýan wagtynda çyzylýar. Plana düşürilýän meýdan işiň dowamynda gözüň astynda bolýar. Bu bolsa plany ýer bilen deňeşdirmek we ýerdäki sudurlaryň, relýefiň häsiýetleriniň planda takyk we meňzeş teswirlen-megine mümkinçilik berýär. Bu usulda planyň alnyşyna düşündirmek üçin, 6.4.1-nji surata ýüzleneliň. Kagyz ýapyşdyrylan tagta, ýerdäki  $P$  CAB burçuň A depesine gymyldamaz ýaly, ornaşdyrлан we kagyzda B nokadyň ýeke-täk wertikal çyzykda ýatan teswiri düşürilen diýeliň. Eger-de AÇ we AB ugurlarda, wertikal tekizlikler geçirlen diýip kabul etsek, onda tekizligiň menzula tagtasy(doskasy) bilen kesişmegi netijesinde ýerdäki  $P\hat{C}AB$  burçuň gorizonta proýeksiýasy emele gelýär. Bu burç transportiriň kömegi bilen ölçenilýär. Eger-de A nokatdan Ç we B nokatlara çenli bolan aralyklary ölçäp, olaryň gorizonta proýeksiýalaryny berlen masştabda kiçeldip, AÇ we AB ugurlaryň üstünde alyp goýsak, şeýle-de, tagtadaky kagyzda ýerdäki Ç we B nokatlara baglylykda beýgelmäni trigonometriki niwelirmek usulynda kesgitlemek bolar. Kesgitlenen beýgelmäni A nokadyň beýikliginiň üstüne goşsak, bu nokatlaryň beýiklikleri alynar. Diýmek, grafiki usulynda plany almak üçin menzula tagtasy, çyzygyç we ýapgytlyk burçuny ölçemek üçin wertikal tegelekli gural kipregel gerekdir.



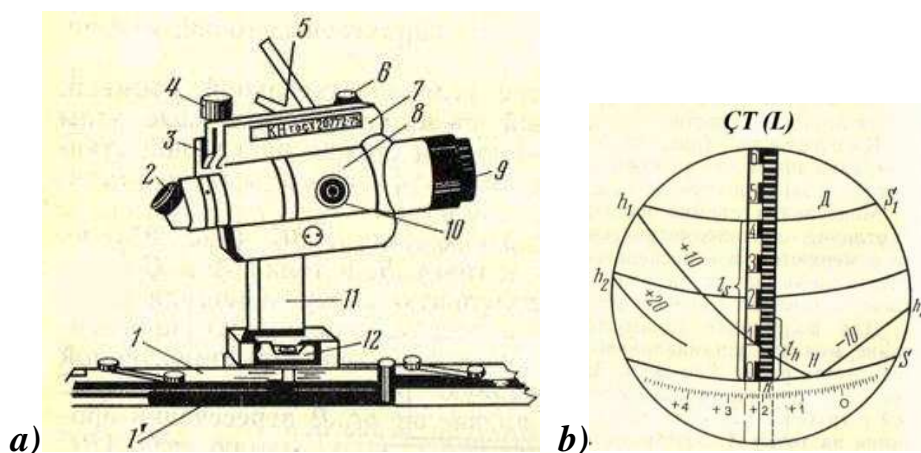
6.4.1-nji surat. Menzula bilen gorizonta burçlary ölçemek.

**Menzula**(6.4.2-nji surat)  $60 \times 60 \times 3$  sm ululykdaky planşetdir, ýagny ol tagtadan ybarat bolup, plan almakda metal goýgujyna ornaşdyrylýar. Metal goýguja bolsa ornadyş nurbatyň kömegi bilen ştatiwe birikdirilýär.



6.4.2-nji surat. Mezula guraly.

**Kipregel**(6.4.3-nji surat) menzula bilen plan almakda nyşanalamak, ugurlary çyzmak, aralygy we ýapgytlyk burçlaryny ölçemek üçin işledilýän guraldyr. Pany almakda kipregel, menzula tagtasynyň üstüne goýulýar. Kipregel çyzgyçdan(1) görüş trubasyndan we wertikal tegelekden ybarat. Görüş trubanyň berkiji we mikrometr nurbatlary bar. Wertikal tegelegiň limbi görüş trubasy bilen ýeke-täk gorizontala oka ornaşdyrylandyr. Görüş trubasy wertikal ugurda hereketlendirilende wertikal tegelegiň limbi aýlanýar, alidada bolsa ýerinden gozgonmaýar. Wertikal tegelege urowen(12) ornaşdyrylan bolup, onuň düwmesi merkeze mikrometriki nurbatyň kömegi bilen getirilýär.



6.4.3-nji surat. Kipregel KH.

Kipregeliň çyzgyjynyň üstüne silindrik urowen (12) we masştab çyzgyçlary (1) ornaşdyrylan. Masştab çyzgyçlarynyň kömegi bilen 1:5000, 1:2000, 1:1000 we 1:500 masştablarda çyzyklaryň uzynlyklaryny alyp goýmak bolýar. Şilindrik urowen menzula tagtasyny gorizontala ýagdaýda ýerleşdirmek üçin niýetlenendir. Kipregeliň görnüşleri örän köpdür. Olardan, önümçilikde has köpräk ulanylýanlary **KA-2** we **KH** bolup durýar. Soňky wagtlarda işlenilip çykarylýan menzulanyň metal goýgujy, üçburçluk şekilindäki plastinka berkidilýän nurbatdan, üç sany göteriji nurbatlardan (6) we metal goýgujy manzula tagtasyna berkidiji

nurbatlar bilen birleşdirilýär. Plan almakda menzula tagtasyny ýerdäki nokada merkezleşdirmek üçin menzula wilkasyndan (6.4.4-nji b surat) peýdalanylýar. Menzula wilkasy aýratyn 1:2000 we ondan uly masştably planlary almakda peýdalanylýar. Magnit anomaliýasy bolmadyk ýerlerde menzula tagtasyny oriýentirlemek üçin mahsus oriýentirleýji gural, bussoldan peýdalanylýar (6.4.4-nji a surat).

Plan almakda ýönekeý kipregel işledilýän bolsa aralyk kipregeliň görüş trubasyndaky sapakly uzakölçeýjiniň kömegi bilen, emma ýapgytlyk burçy kipregel bilen ölçenilýär. Soňra, trigonometriki formulalardan peýdalanyň, çyzygyň gorizonta proyeksiýasyny we nokatlaryň hakyky beýgelmesini hasaplap tapmak bolar. Geliň, **KH** kipregeli bilen tanyşalyň, bu kipregel häzirki wagtda topografiýanyň önümçüliginde has köp ulanylýar (6.4.3-nji surat). **KH** kipredeli: onuň çyzygyndan, görüş trubasyndan we wertikal tegelekden ybarat. Çyzygyň guralyň esasy bolup hyzmat edýär. Süşýän çyzygyň plankasy, düşürilýän nokatlary kipregeli yerinden gozgamazdan, menzula planşetinde bellemek üçin niýetlenilendir. Wertikal tegelegiň silindrik uroweniň düwmesi, mikrometriki nurbatnyň(3) kömegi bilen nol merkeze getirilýär. Görüş trubasy içinden fokuslanýandyr. Görüş trubasyndaky urowen niweliriň sypatynda peýdalanmaga mümkinçilik berýär. **KH** nomogrammany kipregeldir, onuň görüş trubasynyň görüş meýdanýnda beýgelmäni we aralygy kesgitlemek üçin çyzyklar bar (6.4.3-nji b surat). Egri çyzyklar görnüşünde beýgelmäniň egrisi ýerleşip, onuň koeffisiýenti we wertikal çyzygyň kesişen yerinden reýkadan alnan hasaby formula goýmak bilen beýgelmäni kesgitlemek bolar. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$h = K_h \cdot l_h.$$

Bu yerde  $K_h$  - beýgelme egriniň koeffisiýenti, ol  $\pm 10$ ,  $\pm 20$  we  $\pm 100$  bahalary alyar;  $l_h$  - reýkadan alnan hasap, millimetrde.

**1-nji mysal.** Eger-de  $K_h = -10$  we  $l_h = 0095 \text{ mm}$  bolsa, onda nokatlaryň arasyndaky beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = (-10) \cdot 0095 = -0,95 \text{ m}.$$

Çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek üçin, uzakölçeýji çyzyklaryň (**D100** we **D200**) reýka bilen kesişen yerinden hasaby alyp, ony aşakdaky formula goýmak bolar:

$$D = K_s \cdot l_s$$

Bu yerde  $K_s$  - uzakölçeýjiniň koeffisiýenti, ol 100 we 200 bahalary alyp biler;  $l_s$  - uzakölçeýjiniň sapaklarynyň reýka bilen kesişen yerinden alnan hasap, millimetrde.

**2-nji mysal.** Eger-de uzakölçeýjiniň koeffisiýenti  $K_s = 100$  bolsa, reýkadan alnan hasap bolsa  $l_s = 0190 \text{ mm}$  bolsa, onda aralyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$D = 100 \cdot 0190 = 19,0 \text{ m}.$$

#### 6.4.2. Menzulany we kipregeli derňemek hem-de sazlamak

Menzula we kipregel bilen önümçilikde işlemek üçin, olara edilýän talaplar gabat bermelidir. *Menzula aşakdaky talaplar edilýär:*

a) *Menzulanyň berk bolmagy zerurdyr.* Muny bilmek üçin menzulany nokatda ornaşdyryp, kipregeliň görüş turbasynyň sapaklar torunyň kesişýän ýerini, ýerdäki nokada nyşanalanýar. Soňra, menzulanyň tagtasyny barmak bilen ýuwaşja basyp goýbersek, şu ýagdaýda turbadan seredeniňde nyşanalanylan nokada gelmedik bolsa, menzula berk däl hasaplanylýar. Menzula berk bolmasa, ony ýörite ussahanada düzetmek gerekdir.

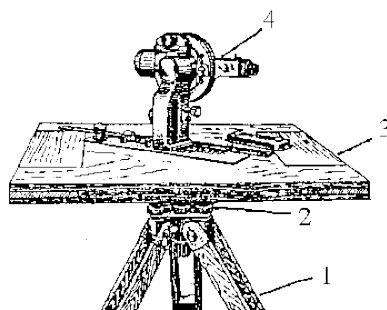
b) *Menzula tagtasynyň üstüniň tekiz bolmagy hökmanydyr.* Tagtanyň köp ýerine çyzgyjyň gyrasy bilen seredeniňde, çyzgyç bilen tagtanyň arasynda deşik emele gelse, tagta işe ýarawsyz hasaplanylýar;

ç) *Tagtanyň üstüniň, onuň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr.* Ony bilmek maksady bilen, tagtanyň üstünde goýlan kipregeliň kömegi arkaly gorizonta ýagdaýa getirilýär we guralyň wertikal oky daşyndan aýlandyrylýar. Onda, uroweniň düwmesiniň merkezinden iki bölekden köp geçmezligi zerur. Uroweniň düwmesi merkezden gaçsa gural ýörite ussahanada düzedilýär;

**Kipregele edilýän talaplar** aşakdakydan ybarat:

a) *Kipregeliň çyzgyjynyň aşagy tekiz, gyrasy bolsa göni çyzyk bolmalydyr.* Bu şert ýönekeý çyzgyçlardaky ýaly ýerine ýetirilýär.

b) *Kipregeliň çyzgyjyndaky uroweniň okunyň, onuň aşagy tekizligine garanda parallel bolmalydyr.* Bu şerti barlamak üçin, kipregeliň çyzgyjyny iki sany göteriji nurbatyň ugrunda goýup, uroweniň düwmesi şu nurbatlaryň kömegi bilen naýçanyň ortasyna getirilýär we çyzgyjyň tagtasyndaky ýagdaýy galamda belgilenilýär. Soňra, kipregeli 180° aýlandyryp çyzgyjyň gyrasy, öňki çyzylan çyzgyň üstüne goýulýar. Şu ýagdaýda düwme naýça boýunça gyşarsa, düwmäni sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen ýaýynyň dugasynyň ýarysyna deň bolýança düzedýäris. Soňra, düwme göteriji nurbatlaryň kömegi bilen naýçanyň ortasyna getirilýär;



6.4.5-nji surat. Kipregel KA-2.

d) *Görüş trubadaky uzaklyk ölçeyji torunyň sapaklarynyň biriniň, turbanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr.* Menzula tagtasy gorizonta ýagdaýa getirilip, sapaklaryň kesişen nokady haýsy hem bolsa, ýerdäki bir nokada seretdirip, görüş trubasy gorizonta okuň daşyndan asta - ýuwaş aýlandyrylýar we nokada seredilýär. Eger-de ol ähli wagtda, sapagyň üstünde dursa, şert ýerine ýeten

bolýar, garşylykly ýagdaýda toruň halkasyny burup, toruň ýagdaýy düzedilýär. Soňra, ýene-de barlag gaýtalanylýar. Bularan başgada kipregeliň wertikal sapagy hem barlanyp görülyär.

**KA-2 kipregele** ýokarda sanalanlardan daşary, goşmaça aşakdaky talaplar edilýär(6.4.5-nji surat).

a) *KA-2 kipregelindäki  $\Gamma$ -görnüşli aýnanyň gyrasynyň wertikal ýagdaýda bolmagy hökmanydyr.* Şu şert bozulan bolsa, okulýaryň görüş trubasyndaky berkidişi nurbat burulyp boşadylýar, soňra okulýar geregiçe aýlandyrylýarda nurbat ýene-de berkidilip goýulýar;

b) *Görüş trubanyň kollemasion ýalňyşlygynyň nola ýa-da oňa ýakyn san bolmagy hökmanydyr.* Wertikal tegelegiň çep we sag ýagdaýynda  $\Gamma$  - görnüşli aýnanyň sag gyrasy, ýerdäki nokada nyşanalanylýar. Her bir nyşanalamakda kipregeliň esasy çyzgyjynyň kömegi bilen çyzyk çyzylýar. Eger-de bu çyzyklar bir-birine dogry, gabat gelseler şert ýerine ýetýär. Şert bozulan bolsa, esasy çyzgyç belli çyzyklardan alnan burçuň bissektrisasyna goýulýar we prizma sazlaýjy nurbatyň kömegi bilen aýlandyrylyp,  $\Gamma$  - görnüşli aýnanyň sag gyrasy nyşanalanylýan nokada dogry getirilýär;

ç)  *$\Gamma$ -görnüşli aýnadaky esasy çyzyk(h), aýnanyň aşaky aralygyndan pesde bolmalydyr.* Eger-de bu şert bozulan bolsa, onda görüş trubanyň oklarynyň ýakynyndaky deşik açylýar we ol ýerdäki sazlaýjy nurbatlarynyň kömegi bilen şertiň ýerine ýetmegine getirilýär;

d) *Kipregeliň wertikal tegeleginiň nol ýagdaýynyň (ornunyň)  $90^\circ$ -a deň bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti barlamak üçin wertikal tegelek kipregeliň sagynda we çepinde duranda  $\Gamma$  - görnüşli aýnanyň esasy çyzgy hem-de aýnanyň sag gyrasy bilen kesişen, uzakdaky bir nokada nyşanalanylýar. Wertikal tegelekden hasaby almakdan öňürti, uroweniniň düwmesi mikrometriki nurbatyň kömegi bilen nol nokada, ýagny uroweniň merkezine getirilýär. Wertikal tegelegiň nol ýeri aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$N\dot{Y} = \frac{R - 180^\circ + L}{2}.$$

Bu ýerde  $R$  - kipregeliň wertikal tegeleginiň sagyndan alnan hasap, grausda;  $L$  - kipregeliň wertikal tegeleginiň çepinden alnan hasap, gardusda.

Eger-de şert bozulan bolsa, onda 0,5ý takyklykda  $90^\circ$ -a hasap dogurlanylýar.

ä) *Kipregeliň kömekçi çyzgyjynyň esasy çyzgyja, islendik wagtda parallel bolmagy hökmanydyr.* Menzulanyň üstünde kipregel gymyldamaz ýaly ornaşdyrylýar we kömekçi çyzgyç dürli aralyklara sürülýär. Her bir sürmekde iki sany çyzyk çyzylýar. Bu çyzyklar bir-birine parallel ýa-da tapawut 0.2 mm-den köp bolmasa, şertiň ýerine ýetdigi bolýar.

### 6.4.3. Menzula planşetini taýýarlamak

Planşeti taýýarlamak diýende menzulanyň tagtasyna ak kagyz ýapyşdyryp, kagyza koordinata toruny çyzmaklyk we oňa esaslanyp, geodeziki daýanç

punktlary hem-de plan almagyň nokatlaryny düşürmäge düşünilýär. Menzulanyň ak kagyzy tagta ýa-da ýörite metal dýuralýumin esasyňa ýelmemegiň netijesinde alnan serişdesine *planşet* diýilýär. Menzula tagtasyna ýa-da metal esasa kagyzy ýelmemegiň *üç hili usuly* bardyr. Olar şu aşakdakylardyr:

**1-nji usul.** Kagyz ýuka metal alýumin esasa ýa-da awiasion faneriniň üstüne krahmal ýelimi bilen ýapyşdyrylýär, soňra ol menzula tagtasyna çüýjagazlaryň kömegi bilen dört burçunda berkidilýär;

**2-nji usul.** Ýörite mahsus *66 x 66 sm-lik* çyzgy kagyzyň bir tarapy metala ýa-da tagta ýelmemek üçin peýdalanylýär. Bu kagyzy (ýörite çyzgy kagyzy - 24 formatly watman) deformirlenen hem-de çyzgyny çyzmakda tuşy özüne oňat siňdirýär we ýeňil çyzylýär. Bu kagyzy suw bilen tagta ýelmenjek tarapyny ýuwyarys we çalaja guraýança, Günün aşagynda goýýarys. Soňra kagyzy ýelmeşdirmek üçin ýelimi taýýarlamak işine girişýäris. Ýelimi taýýarlamakda ýumurtganyň belogyny oňat bulamak bilen köpüklendirýäris we kagyzyň ýelmenjek tarapyna ýukajyk gatlamakda sürtýäris. Kagyzyň suwa ýuwan tarapy menzula tagtasynyň üstüne goýulýär we tagtanyň ortasyndan gyralaryna tarap eliň tirsegininiň kömegi bilen syrylyp çykylýär. Şeýle edilmeginiň esasy sebäbi bolup, menzula tagtasy bilen kagyzyň arasynda howa gatlagyny galdyrmazlykdyr. Soňra kagyzyň galan gyralary menzula tagtasynyň aşagynda gaňrylyp, menzula tagtasyna kiçijik çüýjagazlaryň ýa-da knopkalaryň kömegi bilen berkidilýär. Şeýle hem kagyzyň gyralaryny krahmalyň ýelimi bilen ýapyşdyrmak hem bolar. Kagyzyň esasa oňat ýelmeşmegi üçin, onuň üstüne giň meýdanly, ýagny meýdany planşetiň meýdanyna deň bolan ýük bilen basyrmak zerur. Kagyzyň ýumurtganyň belogynyň ýa-da krahmalyň kömegi bilen ýelmeşdirilmegi surata almagy gutarandan soňra, kagyzyň ýeňil gopmagyna, ýagny ýelim ýelmenen kagyzy aýrylanda, planyň ýyrtylmazlygynyň ýa-da zaýalanmazlygynyň önüni alýar.

Planşeti taýýarlandan soňra, kagyzyň ýüzüne **W. W. Drobişýewiň** çyzgyjynyň, inžener **A. I. Lisonyň** ramkasynyň ýa-da ştangelsirkulyň kömegi bilen koordinatlar toruny çyzýarys we çyzylan toruň dogrulygyny barlaýarys.

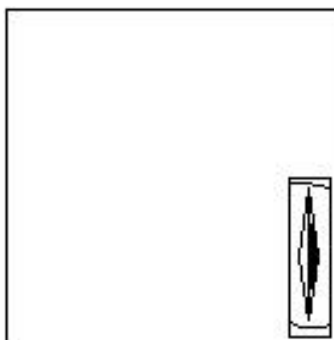
Planşete geodeziki daýanç punktlary (menzula ýörelgesiniň nokatlary) geçirilýär we olaryň tertibi hem-de beýiklikleri ýazylýär. Daýanç punktlaryň planşete dogry düşürilenligini bilmek üçin, olaryň arasyndaky çyzygyň uzynlyklary ölçenilip, hakyky uzynlygy bilen deňeşdirilýär. Planşete ýelmenen kagyzyň arassa durmagy üçin, onuň üstüni anyrsy görünýän kagyzy (kalka) bilen ýapylýär.

#### 6.4.4. Menzulany nokada ornaşdyrmak

Plany almakda manzula ýörelgedäki ner bir nokada (punkta) ornaşdyrylyp, şu nokadyň töweregindäki sudurlar we relýefiň häsiýetli nokatlary planşete düşürilýär. Menzulany nokada ornaşdyrmak diýende, planşeti merkezleşdirmek, gorizontaly ýagdaýa getirmek we oriýentirlenilmegine düşünilýär.

Planşet ýerdäki daýanç punktlary we olaryň planşetdäki teswirine seredilip, gözçeni bilen oriýentirlenilýär. Soňra, ol gorizontaly ýagdaýa getirilýär we

planšetdäki nokatda ýerdäki şu nokadyň üstüne dogry gelýän edilip ýerleşdirilýär. Menzula wilkasynyň uýy planšetdäki nokada asma ýükjagazyň kömegi bilen merkezleşdirilýär. Onuň üçin wilkanyň uýy planšetdäki nokada, asma ýükjagaz bolsa ýerdäki nokada dogurlanýar. Şular ýaly ýagdaýda planšetdäki we ýerdäki nokat bir wertikal çyzygyň üstünde ýatýar. 1:500 we 1:1000 masştablarda plan almakda planšet 5 sm-e çenli takyklykda, 1:2000 we 1:5000 masştablarda plan almakda bolsa 10 sm-e çenli takyklykda merkezleşdirilýär. 1:5000 masştabdan kiçi plany almakda planšet nokada gözçeni bilen çemeleşip merkezleşdirilýär.



6.4.6-njy surat. Menzula planşeti.

Planşetiň gorizontal ýagdaýa getirilmegine niwelirmek hem diýilýär. Planşeti niwelirmek üçin kipregeliň çyzgyjyndaky uroweni metal goýguçdaky iki sany göteriji nurbatlaryň ugrunda goýýarys we şu nurbatlary burup uroweniň düwmesi orta, ýagny nol punkta getirilýär. Soňra, kipregeliň çyzgyjy metal goýgujynyň üçünji nurbatynyň ugruna goýup, şu nurbaty burmak(aýlamak) bilen uroweniň düwmesi nol punkta, ýagny orta getirilýär we galamyň kömegi bilen çyzyk çyzylýar. Kipregel çyzylan çyzyk boýunça yzyna goýulýar, ýagny 180° aýlandyrylýar. Eger-de uroweniň düwmesi nol punktada ýa-da ondan uroweniň düwmesiniň iki böleginden artykmaç gyşarmasa, planšet dogry niwelirlenen hasaplanylýar. Uroweniň düwmesi iki bölekden köp gyşarsa, onda çyzgyçdaky uroweniň düzediji nurbatlarynyň we metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň, her biriniň ýarym öwrümleri bilen uroweniň düwmesi nol punkta getirilýär.

Planşeti ilki başda oriýentirmek maksady bilen, oriýentir-bussoldan peýdalanmak bolar. Soňraky oriýentirmekde ýeriň üstünde bar bolan çyzyklardan peýdalanmak bolar (6.4.6-njy surat). Planşeti **oriýentir - bussolyň** kömegi bilen oriýentirmekde, gural planşetiň bir burçunda, planşetiň gyrasy bilen guralyň(bussolyň) korpusynyň uzyn tarapyňy parallel ýagdaýda ornaşdyrýarys we planşetiň metal goýguçdaky berkidiji nurbatyny burup boşatmak bilen, gözýetimiň demirgazyk tarapy gabat gelýänçä aýlandyryarys. Planşeti has-da takyk oriýentirmek maksady bilen, metal goýgujynyň öwrüji nurbatyny peýdalanmak bolar (oriýentir - bussolyň limbiniň 00-lyk hasaby bilen gözýetimiň demirgazyk ugrunyň gabat gelýänçä, planşeti metal goýguçdaky öwrüji nurbatyň kömegi bilen aýlaýarys). Şu ýagdaýda menzula planşeti gözýetimiň ugry boýunça oriýentirlenen

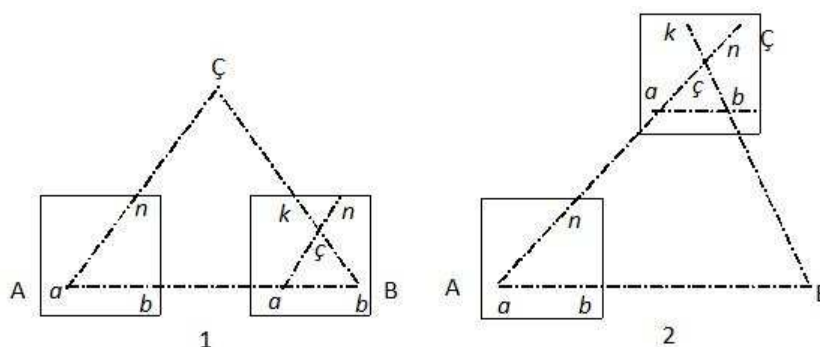
bolýar. Soňra metal goýgujynyň berkidiji nurbatyny, planşetiň oriýentirlenen ýagdaýynda berkidip goýýarys.

Eger-de planşet magnit diliniň gyşarma burçuny( $d$ ) hasaba almak bilen oriýentirlenilse, onda ol geografiki meridianyň ugry boýunça ýerleşer. Magnit anomaliýasynyň bolmadyk ýerlerinde hem-de ýagdaýy planşete düşürilen nokarlar toplумы bolmadyk wagtynda şu usuldan peýdalanmak bolar.

Planşet oňa geçirilen nokatlaryň kömegi bilen has takykrak oriýentirlenilýär. Mysal hökmünde, ýerdäki  $A$  we  $B$  nokatlaryň ýagdaýy(6.4.7-nji surat), planşetde  $a$  we  $b$  bilen belgilenen bolsa, onda menzula ilki bilen  $B$  nokada ornaşdyrylyp, kipregeliň çyzgyjynyň ugry  $ba$  çyzyga goýulýar we planşet aýlandyryp görüş turbany  $BA$  çyzyga baglylykda dogurlanylýar. Soňra, planşet berkidilip, mikrometr nurbatyň kömegi bilen görüş turbasyndaky sapaklar torunyň kesişen ýeri  $A$  nokada dogurlanylýar. Şu ýagdaýda planşet ýerdäki  $BA$  çyzyga laýyklykda oriýentirlenen bolýar. Planşetiň dogry oriýentirlenendigini bilmek maksady bilen  $N$  nokatdan geçen  $bc$  çyzyga kipregeliň ugrugan gyrasy goýulýar, eger-de turbadan seredende  $Ç$  nokat sapaklar torunyň kesişen nokadyna dogry gelse planşet dogry oriýentirlenen hasaplanylýar. Planşete düşürilen nokatlaryň aralygy näçe uzak bolsa, planşet şonça-da takyk oriýentirlenilýär.

#### 6.4.5. Göni we ters menzula kesişmeleri

Göni menzula kesişmesi(6.4.7-nji 1 surat) aşakdakylardan ybarat. Bu kesişmäni üç sany nokadyň üsti bilen geçirmek bolýar.



6.47-nji surat. Göni we ters menzula mysallary.

Menzulany  $A$  nokatda ornaşdyryp, işçi ýagdaýa getirýäris. Soňra  $A$  nokadyň planşetdäki ýagdaýyny asma ýükli wilkanyň kömegi bilen tapýarys we  $AB$  göni çyzygy ölçeg lentasynyň ýa-da aralygy ölçeýji başga bir usul bilen ölçeýäris. Menzula planşetini gözýetimiň ugruna(demirgazyga) bussol - oriýentiriň kömegi bilen ugrukdyrýarys. Soňra, kipregeliň çyzgyjyny  $B$  nokada seretdirip,  $AB$  ugurda kipregeliň kömegi bilen  $ab$  çyzygy planşete (masştabda) geçirýäris. Onuň üçin kipregeliň çyzgyjyny planşetdäki  $a$  nokada goýup, ýerdäki  $Ç$  nokada seretdirip  $AC$  ugurda  $an$  göni çyzygy geçirýäris. Soňra, menzulany  $B$  nokada geçirip, ony işçi ýagdaýa getirýäris we kipregeliň çyzgyjyny  $b$  nokadyň üstüne

goýup, **BA** çyzyk boýunça planşet oriýentirlenýar we *bk* çyzygy geçirýäris, Netijede, *an* we *bk* çyzyklaryň kesişme nokadyndan ýerdäki *Ç* nokadyň ýagdaýyny alýarys.

Ters kesişmäni, göni kesişmesini geçirip bolmaýan ýerlerinde ulanmak amatlydyr. Mysaly çözmekde planşetde (6.4.7-nji 2 surat) *a* we *b* nokatlar ýerdäki *A* we *B* nokatlara degişli bolsun. Bu mysaly çözmekde menzulany kesgitlenýän *Ç* nokatda goýup, işçi ýagdaýa getirýäris. Soňra ýerdäki *A* nokada çyzgy seretdirip galamyň kömegi bilen cyzyk geçirýäris. Iki çyzygyň(*an* we *bk*) kesişme yerinden agtaryan *Ç* nokadymyzy taparys.

Kombinirlenen kesişme usuly göni we ters menzula kesişmeleriniň bilelikde ulanylmagyndan ybarat.

#### **6.4.6. Menzula bilen plan almakda daýanç torlary**

Menzula bilen plan almakda daýanç punktlarynyň sany masştaba bagly bolýar. Surata almagyň instruksiýasyna baglylykda *1:10000* masştabdaky plan almakda her *1 km<sup>2</sup>* ýere 2-3, *1:5000* masştabda 3-4, şäherlerdäki we şäherçelerdäki ýerlerde *1:2000* masştably plan almakda her *1 km<sup>2</sup>* ýere 12, *1:1000* masştabda plan almakda iň azyndan 16 sany daýanç punktlarynyň bolmagy hökmany hasaplanylýar.

Ýeriň üstünde daýanç punktlarynyň koordinatlary grafiki usulda kesgitlenmegi mümkin. Daýanç punktlaryň koordinatlary analitiki (ýanaşyk üçburçluklaryň hataryny) we poligonometriýa torlaryny, teodeolit yörelgesini, diagonalsyz dörtburçluklar we geodeziki kesişmeler torlaryny geçirmek ýoly bilen kesgitlenilýär. Bu usullaryň haýsy biriniň ulanyljakdygy, alnan ýeriň häsiýetine bagly bolýar. Analitiki toruň mazmuny aşakdakydan ybaratdyr. Ýagny, gurlan üçburçluklar zynjyrynyň esasynda, bir nokadyň özünde birnäçe birmeňzeş üçburçluklarda plany almak bolar. Şonuň bilen birlikde, planşetleriň arasynda plana düşürilmän galan ýerler galmaýar.

Grafiki usul bilen döreilen torlara *geometriki torlar* diýilýär. Geometriki toruň planşetdäki ýagdaýy belli punktlara ýa-da ýerde aralygy ölçenilip, planşete düşürilen bazisiň(esasyň) depelerine esaslanýar. Bu tor aýratyn hem geodeziki kesişdirmek usulynda köpeldilen punktlar ýygynyndysyndan durýar. Geometriki torlar ýeke-täk üçburçluk bilen çäklenen, kiçi meýdanyň planyny almakda ýa-da ýerdäki seýrek punktlary köpeltmekde ulanylýar.

*1:5000* we ondan uly masştabdaky planlary almakda, daýanç punktlaryň koordinatlary analitiki usulda kesgitlenilýär. Goşmaça punktlaryň ýagdaýyny kesgitlemekde grafiki usulyndan hem peýdalanylýar. *1:10000* we ondan kiçi masştabda planlary almakda, birnäçe punktyň koordinatlary analitiki, emma köplik punktlaryň planşetdäki ýagdaýy grafiki usulda kesgitlenilýär.

Beýiklik daýanç torlaryny döretmekde IV klasly we tehnikni niwelirlemek yörelgeleri geçirilýär. Bu ýagdaýda tehnikni niwelirlemekde goýberilýän çäkli ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{\text{h  kli}} = (\pm 50\text{mm} \cdot \sqrt{L})$$

Bu  erde L -   relg ni n uzyňlygy, km.

Be yklik planyny almakda, torlar menzula we kipregelden pe ydalany p trigonometriki niwelirmek  oly bilen k peldil  r. Niwelirmekde go beril  n   kli  al            a akdaky  aly hasaplanyl  r:

$$\Delta h_{\text{  kli}} = \pm 0,04 \cdot \frac{\sum d}{\sqrt{n}}.$$

Bu  erde ed -   r lg ni n taraplaryny n uzyňlygy, km; n -   relged ki taraplary n sany.

Plan almak  eke plan et bilen d   iril  n bolsa, onda  eri n orta kesimind ki bazise esaslanyp, geometriki torlary ge irmek m mk n. Onu n    n bazisi n uzyňlygy plan etde 6-10 sm edilip alyn  r. Geometriki toru n punktlaryny n ornuna de n taraply   bur lugy n alynmagy,  eyle hem onu n bur laryny n 30 -dan ki i we 150 -dan uly bolmazlygy h kmanydyr. Punktlary n bir-birinden uzyňlygy  er  st ni n h    tine we plany almagy n mas tabyna baglydyr. Plan etde geometriki toru n punktlary her 20-25 sm-den aralykdan dogry gelmegi gerekdir. Punktlary n  agda yny(ornuny)  eri n  st nde uzyňlygy 30-50 sm gel  n gazyklar bilen belgilenil  r. Surata almakda piketli nokatlary ge irmek maksady bilen 3 - 6 metr be yklikd ki  elgi(weha) ulanyl  r.  elgini n uzakdan o at g r nmegi    n, onu n depesine gyzy , g k  a-da uzakdan tapawutlanar  aly esgi baglanyl  r. Geometriki toru n punktlary  erde tanalyp we belgilenip go landan so ra, olary n plan etd ki  agda y we be ykligi kesgitlenil  r.

Nokatlary n be ykligi trigonometriki niwelirmek usuly bilen kesgitlenil  r. Nokatlary n arasyndaky be gelme, trigonometriki niwelirmegi n doly formulasyny n k megi bilen hasaplanyl  r. Ol a akdaky  aly  azyl  r:

$$h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l.$$

Bu  erde d -  zyzygy n gorizental kesimini n uzyňlygy, m;   -  zyzygy n  apgytlyk bur y, gradusda; i - guraly n be ykligi, m; l -  elgini n uzyňlygy, m.

Menzula orna dyrylan her bir nokatda  elgini n, guraly n be ykligini ruletk(5, 10 mertlik) bilen  l emek bolar.  elgini n be yk-ligi (surata alyn  n  eri n     ymlylygyna bagly) surata almak wagtynda hemi elik bolup dur  r.  zyzygy n gorizental kesimini n uzyňlygy plan ete sikul -  l   jini n we kipregeli n  zyzyjyndaky kese mas tab  zyzyjyny n k megi bilen ge iril  r.  zyyklary n  apgytlyk bur y g ni we ters ugurlarda wertikal tegelegi n iki  agda ynda  l enil  r. Wertikal tegelekden hasaplary almak, g r   trubasyny n alidadasyna orna dyrylan uroweni n d wmesi mikrometriki nurba-tyny n k megi bilen orta getiril  r. Plan almakda **KA-2** we **KH** kipregelleri i ledil  n bolsa, be gelme  ep tegelekden iki gezek kesgitlenil  r.

Iki nokady n hakyky be gelmesi g ni we ters   reglede kesgitlenil  r. Be gelmeleri n tapawudy, her 100 metrde 4-5 sm-den ge mezligi zerur. Eger-de tapawut( al        ) go beril  n bolsa, be gelmeleri n dogrulygyny barlap g rmek    n geometriki torda nokatlary  zara birle dirip,   bur luklar  a-da k pbur luklar bo un a  apyk poligon emele getiril  r.  apyk poligony n  a-da   bur luklary n

depeleriniň beýgelmeleriniň algebraik jeminiň nola deň bolmagy hökmanydyr. Beýgelmeleriň jemi nola deň bolman, eýsem başga bir kiçi san alynýar. Bu san beýgelmäni kesgitlemekdäki ýalňyşlyk hasaplanylýar. Ýalňyşlygyň goýberilen çäkli bahasyny hasaplamak bilen ( $f_h J f_h$  goýberlen) ölçegiň dogry geçirilendigi barlanylýar.

#### 6.4.7. Menzula ýörelgesi we geçiş nokatlary

Eger-de daýanç punktlarynyň aralygynda, haýsy hem bolsa berlen bölek plana düşürilmän galan bolsa, onda daýanç torlary analitiki usulda geçirmeklik ykdysady taýdan maksada laýyk bolmaýar. Bu ýeri plana almakda goşmaça nokatlar alynýar we olara *geçiş nokatlary* diýip aýdylýar. Geçiş nokatlaryny ýeriň üstünde belgilemekde menzula ýörelgesini geçirmekde dördünji nokady tapmak dogrusyndaky mesele ýüze çykýar.

Menzula ýörelgesi planşete iki sany daýanç punktyň aralygyndan ýa-da ýapyk poligon görnüşli geçirilýär. Onuň uzynlygy ýer üstüniň häsiýetine we plany almagyň masştabyna bagly.

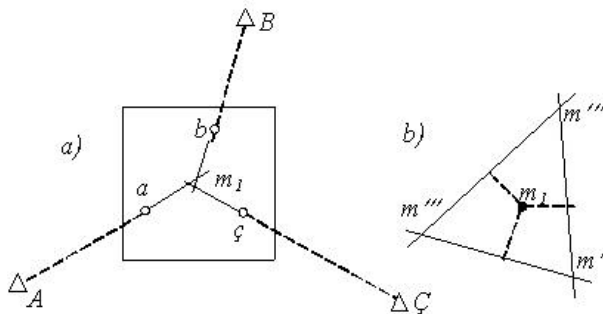
1:500 masştably plany almakda menzula ýörelgesi analitiki torlar boýunça geçirilýär. Menzula ýörelgesinde punktyň planşetdäki ýagdaýy, başlangyç punkta manzula geçiş nokadyna bolsa reýka ornaşdyrylmak bilen kesgitlenilýär. Planşet merkezleşdirilýär, gorizonta ýagdaýa getirilýär we beýleki daýanç punktyna görä oriýentirlenilýär. Soňra, kipregel reýka nyşanalanylýar we ýörelge çyzylýar. Daýanç punktynyň we geçiş nokadynyň arasyndaky aralyk sapakly optiki uzakölçeýjiniň kömegi bilen ölçenilýär we berlen masştabda kiçeldip çyzylan ýörelgede goýulýar hem-de planşetde geçiş nokadyň deslapky ýagdaýy belgilenilýär. Soňra, menzula geçiş nokadyna geçirilýär, planşetde geçiş nokadyna daýanç punktyna baglylykda beýgelmesi, kipregeliň kömegi bilen trigonometriki niwelirmek usulynda kesgitlenilýär. Soňra, geçiş nokady boýunça daş töweregi surata almak işine girişilýär. Geçelge nokadyna gural işçi ýagdaýyna getirilenden soňra, planşeti daýanç nokatlara baglylykda oriýentirlenmegini ýatdan çykarmaly däl. Planşetde edilýän işler we ýazgylar, çyzylýan çyzyklar arassa alnyp barylmaladyr.

#### 6.4.8. Potenodyň mysaly

Planşete düşürilen üç nokada esaslanyp, dördünji nokadyň ýagdaýyny grafiki usulda tapmak gerekdir. Bu usulyň ady ilkinji bolup teklip eden alym bilen baglanyşyklydyr. Usul *Potenodyň mysaly* diýlip atlandyrylýar. Potenodyň mysalynyň çözülişi dürli-dürli bolýar.

Planşeti bussolyň kömegi bilen önünden *oriýentirlemäge* esaslanýar. Planşetdäki  $D$  nokada menzula ornaşdyrylýar we bussolyň kömegi bilen oriýentirlenilýär (6.4.8-nji surat). Kipregeliň çyzgyjynyň yönlen gyrasy, planşetdäki  $a$  nokada goýlyp, turbanyň nyşanalaýjy oky, ýerdäki  $A$  nokada dogurlanylýar we çzyk çyzylýar. Soňra, çyzgyjyň gyrasyny  $b$  nokada goýup

turbanyň nyşanalajjy okuny ýerdäki  $B$  nokatdaky çelgä nyşana alynýarda planşetde çyzyk çyzylýar. Çyzgyjyň gyrasyny planşetdäki  $\zeta$  nokada goýup, turba ýerdäki  $\zeta$  nokada nyşanalanylýar we planşetde çyzyk çyzylýar. Bu göni çyzyklar planşetde  $d$  nokatda kesişse planşet dogry oriýentirlenen we gural ornaşdyrylan



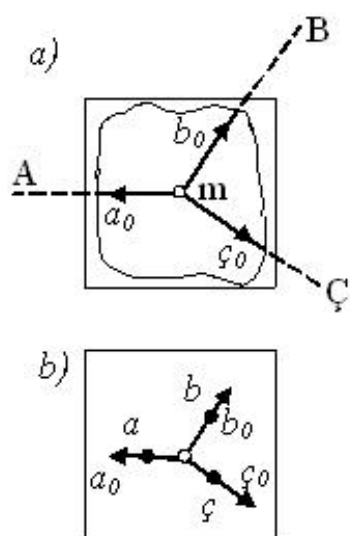
6.4.8-nji surat. Potenodyň menzula mysaly.

nokadyň planşetdäki ýagdaýy  $d$  nokatda tapylan bolýar. Garşylykly ýagdaýda üç göni çyzygyň planşetdäki kesişen ýerinden bir nokadyň ýerine üç nokat(  $a$ ,  $b$  we  $\zeta$ ) alynýar. Nokatlar birleşdirilende alnan ýalňyşlyklar üçburçlugy emele geler. Bu ýagdaýda  $d$  nokadyň ýagdaýy gözçeni bilen çemeleşip, üçburçlugyň ortasynda belgilenilýär. Soňra, kipregeliň yönelen(ugrugan) gyrasy  $d$  nokat bilen ýerdäki iň uzak nokady birleşdirýän çyzyga nyşanalanylýar. Planşet şu çyzyk boýunça oriýentirlenilýär we ýokardaky ýaly çyzyklar çyzylýar. Nokatlar bir nokatda kesişseler, onda bu biziň agtarýan nokadymyz bolar. Eger-de ýene-de ýalňyşlyk üçburçlugy emele gelse, onda çyzyklar bir nokatda kesişinçä işler dowam etdirilýär.

#### 6.4.9. Bolotowyň mysaly

Menzula ýerdäki nokatda (planşetde ýagdaýy kesgitlenmeli) ornaşdyrylýar. Şu ýagdaýda planşet (menzula tagtasy) işçi ýagdaýyna getirmek maksady bilen merkezleşdirilýär, gorizontalllaşdyrylýar we oriýentirlenilýär. Planşetiň üstüne ýoka anyrsy görünýän kagyz (kalka) goýulýar. Onuň gyrasy knopka ýa-da kiçijik çüýjagazlar bilen menzula tagtasyna berkidilýär (6.4.9-njy surat). Kagyzda erkin  $d$  nokat belgilenilýär, bu nokada kipregeliň çyzgyjynyň gyrasyny goýup görüş turbasyny ýerdäki  $A$ ,  $B$  we  $\zeta$  nokatlardaky çelgilere yzygiderlikde nyşanalanylýar we her bir ugurda çyzyklar galamyň kömegi bilen planşetiň üstündäki kalka kagyzyna çyzylýar.

Soňra, kalkany planşetiň üstünden boşadýarys. Boşadylan kalkany planşetiň üstünde erkin ýagdaýynda goýýarys. Görüş turbasyndan planşetdäki  $a$  nokada ýerdäki  $A$ , planşetdäki  $b$  nokatdan ýerdäki  $B$ , planşetdäki  $\zeta$  nokada ýerdäki  $\zeta$  degişli ugurlary, onuň ýerdäki nokatlary bilen gabat getirmek bilen seretdirip, kalkanyň oriýentirlenen görnüşini alýarys. Şu işi geçirenden soňra, çyzyklaryň kalkada birleşýän düwünli nokadynda iňňäniň kömegi bilen deşijek deşip planşetdäki  $m$  nokadyň ýagdaýyny tapýarys. Bu bolsa, planşetde ýagdaýynyň kesgitlenilmegi gerek bolan duran nokadymyzdyr.



6.4.9-njy surat. A. P. Bolotowyň menzula mysaly.

Nokadyň planşetde dogry belgilenenligi  $aA$  çyzyga oriýentirlenilip, barlanyp görülýär. Bu usuly professor **A. P. Bolotow** teklip edenliginden, onuň ady bilen ýöredilýär. Dördünji nokadyň ýagdaýyny **A. P. Bolotowyň** usuly bilen tapmak beýleki usullar bilen deňeşdirende has az wagtyň sarp etmekligi bilen tapawutlanýar. Emma bu usuly ýokary takyklyk gerek bolmadyk ýagdaýynda ulanmak maslahat berilýär.

#### 6.4.10. Ýeriň üstünde menzula ýörelgesini geçirmek

Haçan-da, geometriki tory gurmagyň mümkinçiligi bolmadyk ýapyk ýa-da ýarym ýapyk ýerlerinde menzula ýörelgesi geçirilýän bolsa, onda ýörelgäniň başlangyç we ahyrky nokatlary bolup geodeziki toruň punktlary we geçiş nokadyň beýikligi kesgitlenen toplumy alynýar. Ýeriň üstünde ýörelgäniň nokatlaryny gazyklar bilen berkidýärler.

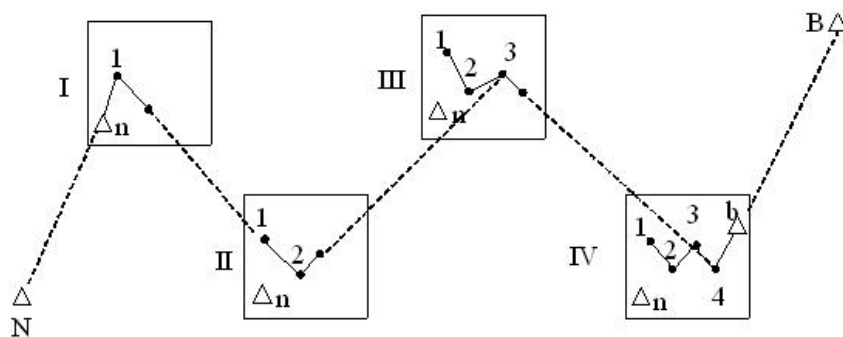
Ýörelgäniň taraplarynyň uzynlygyna we ýörelgäniň nokatlarynda planşetiň oriýentirleniş usulyna baglylykda iki görnüşli menzula ýörelgeleri tapawutlanýar:

-haçan-da taraplaryň uzynlyklary uly bolanda, planşet ýerdäki *nokatlar boýunça oriýentirlemek* bilen ýörelge geçirilýär. Planşet ýörelgäniň her bir stansiýasynda nokady planşete geçmezden öňürti, öň bar bolan ugurlar boýunça oriýentirlenilýär;

-*bussol ýörelgesi* her bir stansiýada planşet, taraplaryň uzynlyklary gysga bolan ýagdaýynda oriýentirlenmek bilen geçirilýär.

Nokatlar boýunça oriýentirlenýän ýörelgäni geçirmegi aşakdaky ýaly alyp barmak bolar (6.4.10-njy surat). Ýagny, menzulany başlangyç *A* nokatda goýýarys merkezleşdirýäris we planşeti has uzaklaşan *AN* ugur boýunça oriýentirleýäris. Taraplaryň uzynlygy näçä gysga bolsa, planşet şonça-da takyk oriýentirlenmelidir.

Soňra, *a* nokada kipregeliň çyzgyjynyň gyrasyny goýýarys, bu nokat ýerdäki *I* stansiýa nyşanalayarys. Bu nokatda menzula tagtasy ornaşdyrylan bolýar. Soňra, şu ugurda planşetiň gyrasynda çyzgy çyzýarys. *I* stansiýa çenli aralygy optiki uzakölçeýjiniň kömegi bilen kesgitläp, *a* nokatdan gorizont kesimiň uzynlygyny planşetde düzülýän planyň masştabynda alyp goýmak bilen, stansiýanyň ýagdaýyny taparys. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni kesgitlemek üçin ýapgytlyk burçuny wertikal tegelegiň iki ýagdaýynda ölçeyäris. Şeýle hem kipregeliň beýikligini (*i*) ölçeg ruletkasyhyň kömegi bilen kesgitleýäris. Ähli ýazgylar topografiki tablisada beglilenilýär. Oňa belginiň beýikligini hem ýazylyar.



6.4.10-njy surat. Menzula ýörelgeleri (geçelgeleri).

Soňra, menzulany ýörelgäniň *I* nokadyna geçirýäris, planşeti merkezleşdirýäris, gorizont ýagdaýyna getirýäris, oriýentirleýäris, çyzgyjyň gyrasyny öňki stansiýada çyzylan *I-a* ugra goýmak bilen ýerdäki *A* nokada

nyşanalaýarys. Soňra ýörelgäniň ikinji nokadyna nyşanalamak bilen planşetde çyzyk çyzýarys. Şu çyzylan ugurda *I-II* optiki uzakölçeýjiniň kömegi bilen kesgitlenen çyzygyň gorizont kesimiň uzynlygyny, masştab çyzgyjynyň kömegi bilen goýýarys. Soňra, *II-I* çyzygyň ýapgytlyk burçuny wertikal tegelegiň iki ýagdaýynda ölçeýäris. Ölçenen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy we ýapgytlyk burçy boýunça nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni trigonometriki niwelirlemegiň doly formulasyny ulanmak bilen kesgitleýär. Tapylian nokatlaryň arasyndaky beýgelme boýunça *II* stansiýanyň beýikligi hasaplanýar.

Eger-de menzula ýörelgesi analitiki görnüşinde geçirilen bolsa, onda her bir üçburçlyk boýunça beýikligi hasaplamagyň ýalňyşlygy çykarylýp gidilýär. Bu ýagdaýda, her bir üçburçlykda beýgelmeleriň jeminiň nola deň bolmagy hökmanydyr. Jemlenen orta beýgelmeleriň esasynda alnan ýalňyşlygyň mukdary aşakdaky ýaly hasaplanylýp çykarylýar:

$$f_h = \sum h_{amaly} - \sum h_{bolmaly}$$

Bu ýerde  $\sum h_{amaly}$  - hasaplanan orta beýgelmeleriň jemi, metrde;  $\sum h_{bolmaly}$  - bolmaly beýgelmeleriň jemi, metrde,  $f_h$  - ýörelgede goýberlen ýalňyşlyk.

Eger-de ýörelge aýyk görnüşinde bolsa, onda bolmaly ýalňyşlygyň ululygy ahyrky ( $H_{ahyrky}$ ) we başlangyç ( $H_{başlangyç}$ ) nokatlaryň beýiklikleriniň tapawudy ýaly hasaplanylýar. Ýagny, formulany aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$\sum h_{bolmaly} = H_{ahyrky} - H_{başlangyç}$$

Ýapgytlyk burçunyň dogry ölçenilenligini wertikal tegelegiň nol ýerini hasaplamak bilen barlamak bolar. Şonuň bilen birlikde, her bir çyzyk boýunça göni we ters beýgelmeler hasaplanylýar. Olaryň arasyndaky tapawudy göni we ters beýgelmeler boýunça kesgitlemek bolar. Beýgelmeleriň arasyndaky tapawut 100 metrde 4-5 sm bahadan geçmeli dälär.

Edil şular ýaly tertipde ýörelgäniň galan nokatlaryna geçilip, ýokarda bellenen işler geçirilýär.

Ýörelge boýunça başlanýan we gutarýan nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleriň jemi başlangyç hem-de ahyrky nokatlaryň beýiklikleriniň tapawudyna deň bolmalydyr. Eger-de ýörelgäniň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri geometriki niwelirmek bilen alnan bolsa, onda goýberilýän ýalňyşlygyň mukdaryny aşakdaky formulany ulanmak arkaly kesgitlemek bolar:

$$f_{hgoyber} = \pm \frac{0,20 \cdot S}{\sqrt{n}}$$

Bu ýerde  $S$  - ýörelgäniň uzynlygy, km;  $n$  - ýörelgäniň taraplarynyň sany.

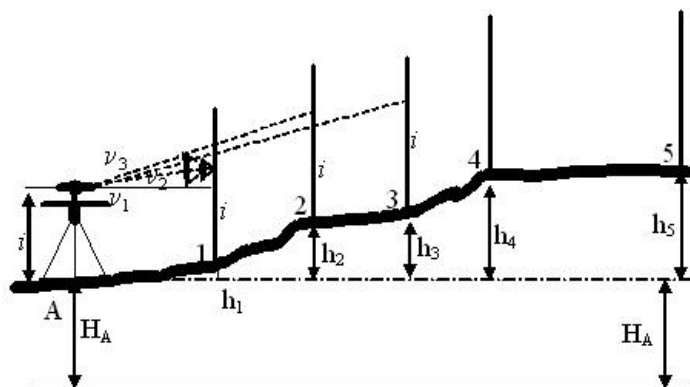
Eger-de başlangyç we ahyrky nokatlaryň beýiklikleri trigonometriki niwelirlemegiň netijesinde alnan bolsa, onda goýberilýän ýalňyşlygyň bahasyny, ýokardaky formula bilen alnan netijäniň üstüne 0,20 m bahany goşmak bilen almak bolar.

Ýörelgäni bussol bilen oriýentirmekde, planşetiň haýsy hem bolsa bir burçuna ýa-da islendik ýerine (bussloyň goýlan ýerini planşetde balgilemek şerti

bilen) bussol goýulýar. Bussoly planşete goýmaklyk adatça burçlarynda, bussoluň korpusynyň uzyn tarapynyň, tagtanyň gyrasy bilen parallel ýagdaýynda saklanylmagy bilen geçirilýär. Bu usuly haçan-da, ýer üstüni surata almakda magnit anomaliýasynyň täsiriniň bolmadyk ýerinde ulanmak bolar. Bussoluň kömegi bilen manzula planşeti her bir stansiýada oriýetirlenilýär.

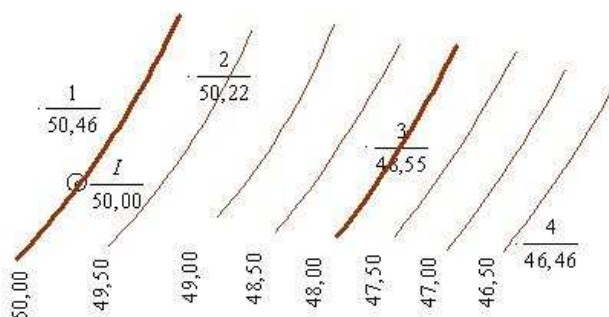
#### 6.4.11. Menzulaly plany almakda, sudurlary we ýerüstüniň relýefini planşete düşürmek

Menzula bilen plany almakda, ýerdäki sudurlar planşete polýar usulynda düşürilýär(6.4.11-njy surat). Munuň üçin menzula bir nokatda ornaşdyrylýar. Soňra plana alynmaly sudurly nokatlar (piketler) belgilenilýär. Olaryň ýagdaýy, ýeriň üstünde şol nokatlara menzula tagtasyny goýmagyň esasynda planşete grafiki usul arkaly düşürilýär. Ýerdäki *A, B, Ç, D, E* nokatlary planşete düşürsek *a, b, ç, d, e* nokatlar alynar, şu nokatlary yzygiderlikde bir-biri bilen birleşdirýäris we ýeriň üstündäki suduryň planşetdäki teswirini alýarys. Aralyklary planşete düşürmek bilen bir wagtda, relýef hem plana alynýar (6.4.12-nji surat). Onuň üçin piketlere çenli aralyk we ýapgytlyk burçlar ölçenilýär (suratda *A* we *B* nokatlaryň düşürilişi). *KH* kipregelinde aralyk we beýgelme awtomatik usulynda nomogramma boýunça alynýar. Eger-de ýapgytlyk burçlary  $3^\circ$ -dan uly bolsa, optiki uzakölçejji boýunça ölçenilýär we ýapgyt çyzygyň gorizontaly proyeksiýasy alynýar. Sudurlary planşete düşürmekde gural ornaşdyrylan stansiýa bilen piketleriň arasyndaky aralyk  $1:10000$  masştabda plany almakda  $200\text{ m}$ ,  $1:5000$  masştabda- $150\text{ m}$ ,  $1:2000$ - $100\text{ m}$ ,  $1:1000$  masştabda bolsa  $80\text{ metrden}$  uly bolmazlygy gerekdir. Relýefi plana düşürmekde, bu aralyk iki esse uly binalar, ymaratlar ýa-da obýektler üçin ýapyk ýerlerde  $20\text{-}30\%$  gysga alynmagy hökmanydyr. Bulardan başga-da, relýefi planşete düşürmekde piketleriň aralyndaky aralyklaryň  $1:500$  masştabda plany almak üçin  $20\text{ metr}$ ,  $1:1000$  masştabda -  $30\text{ metr}$ ,  $1:2000$  masştabda -  $50\text{-}70\text{ metr}$ ,  $1:5000$  masştabda plany almakda bolsa,  $100 - 120\text{ metrden}$  uly bolmazlygy gerekdir. Her stansiýada ýerüstüniň relýefini gorizontallaryň kömegi bilen çyzýarys.



6.4.11-nji surat. Piketleri surata almak.

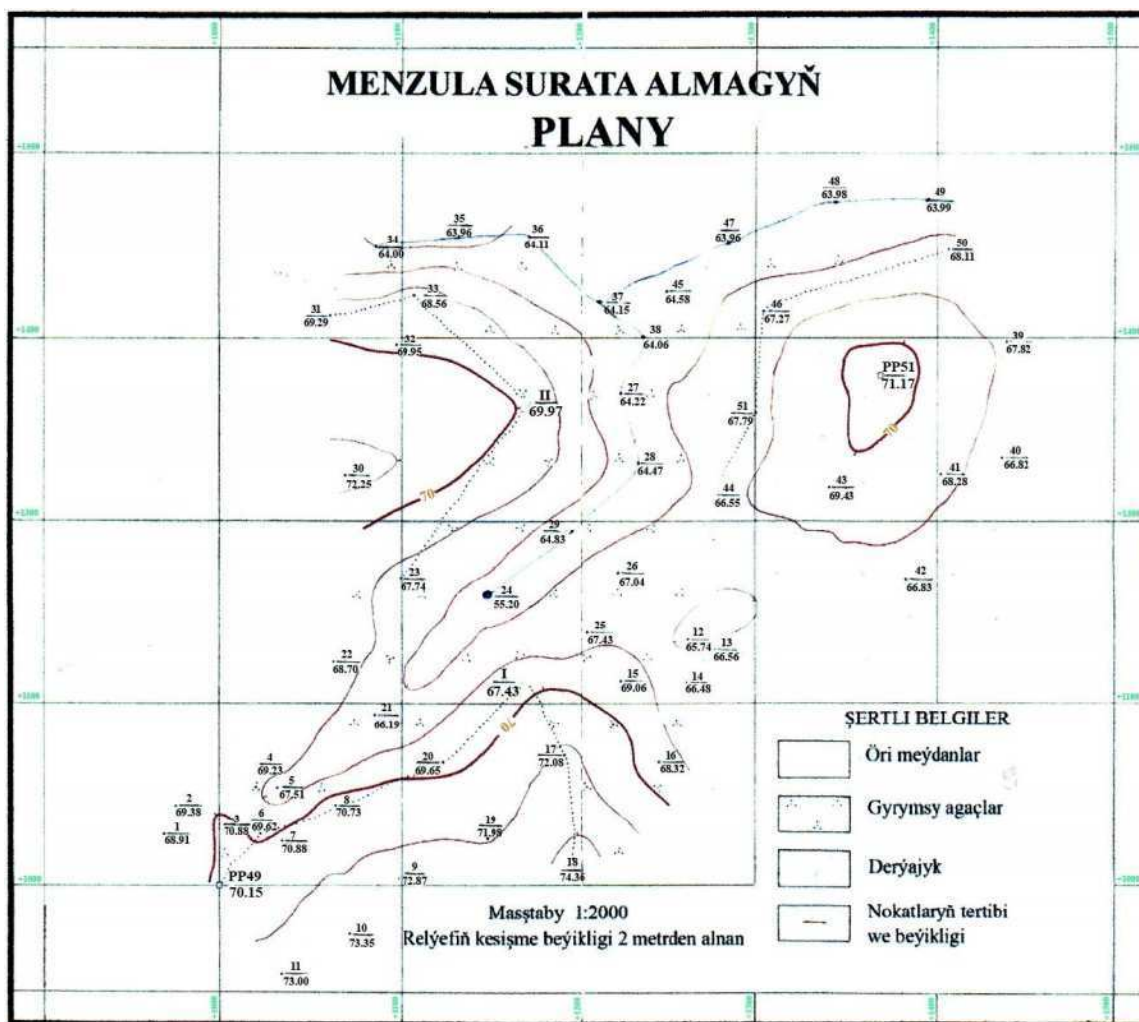
Her gün işiň ahyrynda planşete düşürilen piketleriň beýiklikleri - beýiklik kalkasyna, sudurlary bolsa - sudur kalkasyna geçirilýär. Bu kalkalar gurlan plany barlamak hem-de ölçüp, ýitip giden nokatlary we şertli belgileri dikeltmek maksady bilen gerek bolýar. Beýiklik kalkasyndan, planşetde gorizontallaryň dogry geçirilenligini barlamakda peýdalanylýar.



6.4.12-nji surat. Planşetde ýer üstüniň relýefini gorizontallar bilen şekillendirmek.

Ýer üstüniň plany alnan önümiň dogrulygy, şol ýerde barlanyp görülýär. Bu iş bilen plany kabul edip alýan raýat meşgullanýar.

Galamda çyzylan planyň dogrulugy barlanylýp, tapylan kemçilikler düzedilenden soňra, planyň üstünden tuş ýöredolip çyzylýar. Planda ýer üstüniň gigrografiýa *obyektleri* - *gök*, *ösümlik örtügi-ýaşyl*, *relýefi* - *goňur*, galan ähli elementler **gara tuş** bilen çyzylýar (6.4.13-nji surat).



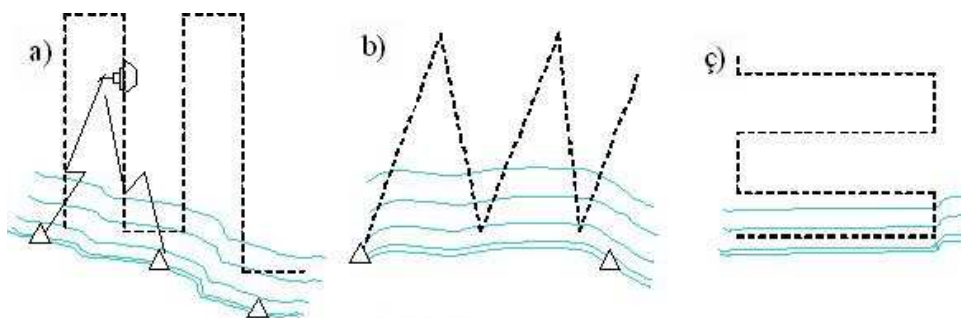
6.4.13-nji surat. Menzulaly surat almagyň 1:2000 masşably plany.

#### 6.4.12. Şelfiň topografiki surata alnyşy

Şelfiň topografiki surata almagynyň beýleki surata almak usullaryndan tapawudy, onuň geçirilýän ýeriniň suw bilen örtülmegi durýar. Şonuň üçin, bu ýerlerde surata almagyň beýleki görnüşleriniň ulanmaga mümkinçiligi ýokdyr. Suwuň galyňlygy ýagtylyk tolkunlaryny az geçirýär we radiotolkunlary düýbünden geçirmeýär.

Şelfi surata almak aşakdaky *kompleks* işleri öz işine alýar: ýagny, surata almagyň daýanç toruny döretmek, urowenli gözegçilik etmek bilen surata almagyň beýiklik esasyny döretmek, çuňluk üstüniň surata almagyny geçirmek ýaly işleri öz içine alýar (6.4.14-nji surat).

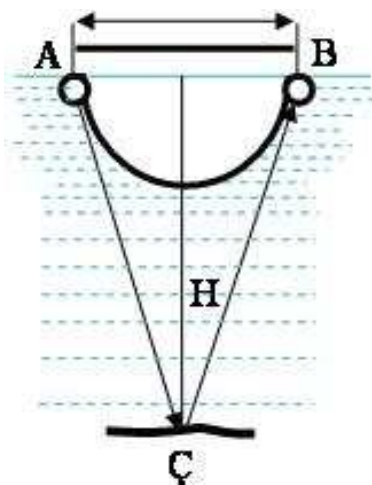
Surata almak wagtynda, gäminiň plan ýagdaýyny kesgitlemek maksady bilen, suwuň üstünde dürli radiogeodeziki ulgamlar ulanylýar. Kenarýaka şelfiniň bolegini surata almakda, dürli teodeolitleri ulanmak bolar. Gäminiň ýagdaýyny kesgitlemäge mümkinçilik berýän **göni** we **ters kesişmeler** usullaryndan peýdalanylýar.



6.4.14-nji surat. Şelfi surata almagyň usullary.

Suwuň çuňlugyny ölçemekde dürli gidroakustiki gurallary: goterilýän lotoklar, eholotlar ulanylýar. Surata almagyň planly esasy kenar zolakdaky daýanç geodeziki punktlara baglanyşdyrylýar. Kenar ýakadaky punktlar, az suwly ýerlerinde, aýratyn gaýalarda, geodeziki gurallary ornaşdyrar ýaly ýerler saýlanyp alynýar. Şol nokatlarda kenar ýakasynyň suwunyň derejesine gözegçilik etmek mümkinçiligi hem bolmalydyr.

Eger-de suwuň urowen üstiniň beýikligi belli bolsa, onda şol beýiklikden düýbe çenli aralygy lotogyň ýa-da eholotyň kömegi arkaly ölçäp, düýbün beýikligini kesgitlep bolýar.



6.4.15-nji surat. Şelfiň çuňlugyny ölçemegiň usuly.

Nokatlaryň üst derejesinden beýikligi geometriki niwelirlemegiň kömegi bilen kesgitlenilýär we döwlet beýiklik toruna berkidilýär. Bu bolsa, nokatlaryň beýiklikleriniň *Baltika ulgamynyň* baglanyşdyrylmagy bolýar.

Şelfiň surata almagy aşakdaky işleri: ýagny, düýbün relýefini, suw asty we suw üsti sudurlary, düýbün çökündilerini (toprak, ösümlik) surata almak we ş. m. öz içine alýar

Ölçepleriň ýygylgy, ölçeýji gurallara, suw asty surata almagyň häsiýetlerine we surata almagyň masştabyna bagly.

Özara ýerleşmegi we daýanç pynktlara gatnaşygy boýunça galslar aşakdaky ýaly: *a* - kese, *b* - gyşyk we *ç* - uzaboýuna görnüşli bolýarlar (6.4.14-nji surat).

Hereketiň dowamynda surata almakda, gäminiň takmynan, deň wagt aralygynda koordinatlary kesgitlenilýär. Koordinatlary kartada kesgitlemek her 4 mm aralykda geçirilýär. Şol bir wagtyň özünde, düýbüň çuňlугy ölçenilýär we kartada olaryň ýagdaýy belgilenilýär (6.4.15-nji surat).

Eger-de biz **A** nokatda ses goýberýän gural bar diýip hasap etsek, onda **B** nokatda sesi kabul edýän gural - priýomnik ornaşdyrylan ýagdaýynda düýbüň çuňlугy,  $H$  aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$H = \sqrt{\frac{V_{ses} \cdot \tau}{2} - L^2}.$$

Bu ýerde  $V_{ses}$ - sesiň ýaýramak tizligi,  $V_{ses} = 1500 \text{ m/sek}$ ;  $\tau$  - sesiň giden we gaýdyp gelen wagty ( $V \cdot t = A\check{C} + \check{C}B$ );  $L$  - sesi goýberýän gural bilen priýomnigiň ýarym aralygy.

## VII. AEROFOTOTOPOGRAFIKI SURATA ALMAK

### 7.1. Aerofototopografiki plan almagyň ähmiýeti

Aerofototopografiki usulda topografiki kartany düzmekde, ýeriň üsti uçardan surata alynýar, topografiki, topografo - geodeziki we fotogrammetriki işler ýerine ýetirilýär.

Matemetiki nukdaý nazardan seredende, topografiki kartasy ýa-da plany ýeriň gorizonta tekizligine düşürilen gönüburçly (ortogonal) proyeksiýa hasaplanylýar. Bu şekil ýerdäki merkezi proyeksiýanyň teswiri hasaplanylýar. Aerofotoapparatyň obýektiwi, merkezi proyeksiýanyň esasy(özeni) bolup, aerosuratyň tekizligi bolsa teswirlenilýän tekizlik hasaplanylýar. Aerosuratdaky şekil ýerdäki nokatlardan geçýän şöhlelerden emele gelýär. Ýer üstüniň suratyny (merkezi proyeksiýany) karta (gorizonta proyeksiýa) aýlandyrmak bilen, aerofototopografiki plany almakda esasy işler edilýär. Bu işlere aerofotogrammetriki işler diýilýär.

Aerofototopografiki plan almakda topografiki kartalar kombinirlenen we stereofotogrammetriki usullarynda düzülýär.

Kombinasiýalaşdylan usulda ýerdäki sudurlaryň şekili fotogrammetriki ýoly bilen döredilýär. Emma kombinirlenen usulda (bu in täze tarapydyr), relýefi gorizontalar bilen şekillendirmek üçin menzula bilen plan almakdaky ýaly, ýerde işler geçirilýär. Bu usul tekiz ýerleriň planyny almakda ulanylýar.

Plan almagyň stereofototopografiki usulynda, ýerde köp işlenilmeýär, şeýle hem bu usulda ýer üstüniň relýefi ýerde däl-de, kärhanada mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen çyzylýar.

### 7.2. Ýeriň üstüni surata almakda işledilýän gurallar

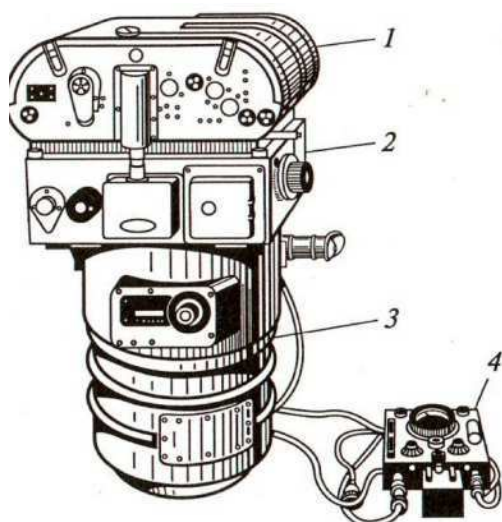
**Aerofotosurata almak** - bu ýörite ýerüstüni surata almak maksady bilen uçmak, surata almak (fotografirlemek) we alnan suratlary fotogrammetriki işlemek ýaly kompleks işleri öz içine alýar. Olaryň kömegi bilen ýer üstüniň topografiki suraty alynýar.

Aerofotosurat almak fotoapparaty görnüşlerinden: uçarlar *AH-30, ИЛ-14* (kiçi we orta masştably suratlary alyp barmak maksady bilen), *AH-2* uçarlaryň we *K-26* dikuçaryň(uly masştably *1:15000-den 1:1000*) bortunda aerofotosurata almagyň serişdeleri we nawigasiýaly gurallary oturdulýar.

Ýer üstüni surata almak üçin uçara aerofotoapparat, uçaryň uçuş beýikliginiň özgerişini kesgitleýän stataskop, uçaryň ýerdäki beýikligini kesgitleýän radiobeýiklik ölçeyji, uçaryň planly koordinatlaryny kesgitleýän radiogeodeziki stansiýa we beýleki gurallardyr enjamlar ýeleşdirilen bolýar.

**Aerofotoapparat** (7.1-nji surat), onuň korpusyndan, aşagy we ýokarsy açyk gapdan durýar. Korpusunyň üst tarapyna kasseta we aşagyna konus goýulýar. Konusyň ujyna mahsus bilen obýektiw berkidilendir. Aerofotoapparatyň fokus aralygyna ( $OS=f_k$ ) seredip: *gysga*(fokus aralygy 150 mm-e çenli

aerofotoapparatlar), *orta* (fokus aralygy **150-300 mm-e** çenli) we *uzyn fokus* aralykly fotoapparatlar (300 mm-den uly fokus aralykly) ulanylýar.



Aerofotoapparat(AFA):  
1-kasseta; 2-kameraly bölegi; 3-obýektiwli bölegi;  
4-aerofotoapparaty dolandyrmak üçin buýruk  
beriş puly

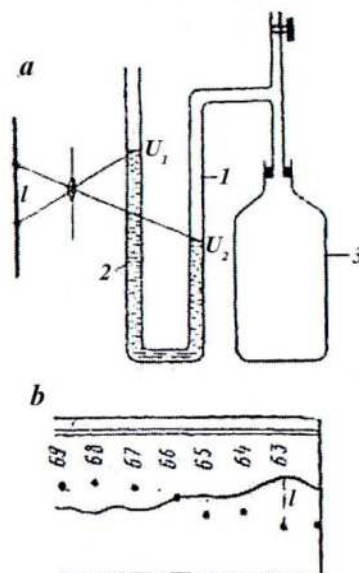
#### 7.1-nji surat. Aerofotoapparat we onuň gurluşy.

Kassetanyň içinde ini 19 santimetr uzynlygy 60 metr gelyän aeroplýonka oralan kasseta bar. Bu plýonka arkaly  $18 \times 18 \text{ sm}^2$  ölçegdäki 300 sany aerosuraty almak mümkin. Ýörite kassetalaryň arasynda ini 32 santimetr, uzynlygy 60 metr bolan aeroplýonkalar hem bardyr. Bu plýonka  $30 \times 30 \text{ sm}^2$  ölçegde 190 sany suraty düşürmek bolýar. Öz mümkinçiligi boýunça 560 sany aerosuraty almaga niýetlenen ini 19 sm, uzynlygy 120 m bolan aeroplýonka ýerleşdirilen kassetalar hem bar. Olarda plýonkanyň surata alnan bölegi ikinji galtege oralýar.

Aerofotoapparatyň obýektiwiniň ýeke ýa-da köp bolmagy mümkin sebäbi häzirki wagtda 9 obýektiwli aerofotoapparatlar işlenilip çykarylýar. Öňki SSSR-de işlenilip çykarylan, fokus aralygy 200 we 500 mm bolan iki obýektiwli aerofotoapparatlar arkaly, 1959-njy ýylyň Oktýabr aýynyň 7-inde dünýäde ilkinji gezek Aýyň orta tarapyny surata alyndy.

Topografiki kartalar düzülende ýeriň çägi ýeke obýektiwli **TE**(totopografiki elektrikleşdirilen) aerokosmosfotoapparaty bilen surata alynýar. Aerofotoapparat uçaryň aşak tarapyndaky deşiginden, obýektiwi ýere seretdirip, mahsus pružinli amortizator hem-de gidrostabilizator meslemeleriň kömegi bilen ornaşdyrylýar. Bu meslemeler aerofotoapparatyň gorizonta we wertika oklarynyň töwereginde gyşarmany we siltermäni ýok etmek maksady bilen ulanylýar. Häzirki zaman meslemeleri aerofotoapparatyň okuny 10-15' takyklykda wertika ýagdaýa getirmäge mümkinçilik berýär.

**Statoskop.** Ýeriň üsti surata alynýan wagtynda, uçaryň uçýan beýikligi özgerýär, şeýle hem ýer üstüniň näçe beýiklikden surata alynýandygyny stataskopyň kömegi bilen ölçemek bolar (7.2-nji surat).



7.2-nji surat. Statoskop.

Statoskop **amilin spiriti** guýlan monometriň naýçasýndan ybarat bolup, naýçalar balona birleşdirilendir. Balonyň içindäki basyşyň özgermezligi üçin onuň temperaturasyny belli bir derejede saklamak zerurdyr. Şonuň üçin hem, balon termoizolýasiýaly mahsus käsäniň içine ýerleşdirýär. Statoskopuň naýçalaryndaky suwuklugyň derejesiniň özgermegi, uçaryň uçuş beýikliginiň özgerenliginden habar berýär. Çep naýça bolsa, plýonkanyň her bir kadrynda, ýer üstüni suraty alanda ýaryşýar, ýagny bilelikde hereket edýär. Her nokada, belli tertipli aerosurat degişli bolýar. Naýçalaryň suwuklugynyň ýagdaýynyň özgerişi, howanyň basyşynyň özgermegine baglydyr. Derejeleriň näçe özgerenligini statogramma diýip atlandyrylýan plýonkada  $0,1 \text{ mm}$  takyklykda ölçäp bilmek bolar. Ýer üstüniň suratyny almakda balonyň içindäki we yzndaky howa basyşynyň tapawudy belli bolsa, surata almagyň beýiklikleriniň arasyndaky tapawudy hasaplap çykarmak bolar. Uçar näçe beýikden uça, surata almagyň beýiklikleriniň arasyndaky tapawut aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

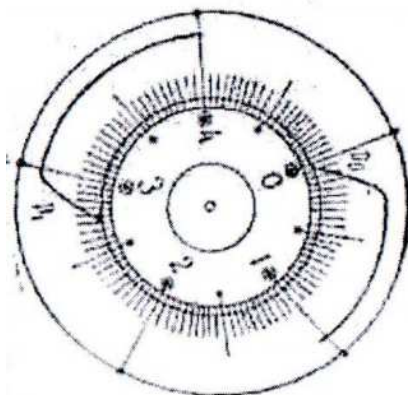
$$\Delta H = C_h \cdot l.$$

Bu ýerde  $l$  - statoskopuň naýçalaryndaky suwuklugyň derejeleriniň arasyndaky tapawut, metrde;  $C_h$  - statoskopuň şkalasyndaky bahalar (bu bolsa statoskopuň pasportyndan we mahsus tablisalardan alynýar).

Uçaryň uçuş beýikligi  $H=3000 \text{ metr}$  bolanda, ýeriň üstüni surata almagyň beýikligindäki tapawudy  $1,5 \text{ metr}$  ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen kesgitlemek bolar.

**Radiobeyiklik ölçeyji**(radiowysatomer)-ýer üstüni surata almakda, uçaryň nähili beýiklikden uçanlygyny kesgitlemek üçin niýetlenen guraldyr (7.3-nji surat). Ol ykjam radiolokasiýa gurulmasy bolup, esasy bölekleri tolkunlary goýberijiden (peredatçik), tolkunlary kabul ediji priýomnikden hem-de indikatorendan ybarat. Häzirki wagtda Rossýanyň merkezi geodeziýa, aerofotosurata almak we kartografiýa ylmy-barlag institutynyň (MGK we AYBI) alymlarynyň döreden

**РДБЕ-А** markaly topografiki beýiklik ölçeýjisi giňden ulanylýar. Ýeriň üstüni surata almak wagtynda radiobeýiklik ölçeýjiniň peredatçigi ýere gysga impulsly elektomagnet tolkunlaryny goýberýär. Tolkunlaryň bir bölegi ýerdäki nokatdan yzyna gaýdýar. Gaýdan tolkunlary priýomnik tutup, signallaryň indikatoryna geçirýär. Indikatoryň içinde sagat diliniň ugruna üznüksiz görnüşde, elektron şöhle aýlanyp durýar. Peredatçik ýere elektomagnet tolkun goýberýän wagtynda belli elektron şöhleleri, bir tarapa gyşarýar we burç emele getirýär.



7.3-nji surat. Radiobeýiklik ölçeýji.

Radiobeýiklik ölçeýji -radiolokasiýa gurluşy bolup, uçuş wagtynda, uçaryň surata almagynyň beýikligini( $H$ ) kesgitleýär. Onuň işleýiş prinsipi radiotolkunlarynyň geçiş wagtyny hasaba almakdan ybarat bolup, wagty ýeriň üstüne barýan we yzyna serpigip gaýdanyn(ikilenç aralykda) tolkunlary hasaba alýar. Şuňa esaslanmak bilen beýiklik aşakdaky ýaly kesgitleýär:

$$H = \frac{c \cdot t}{2}.$$

Bu ýerde  $c$  - radiotolkunlaryň ýaýraýyş tizligi, takmynan  $c=300000 \text{ km/s}$ ;  $t$  - tolkunynyň geçen wagty.

Häzirki zaman gurallary bilen surata almagyň beýikligini *12-15 metre* çenli kiçeltmek bolar.

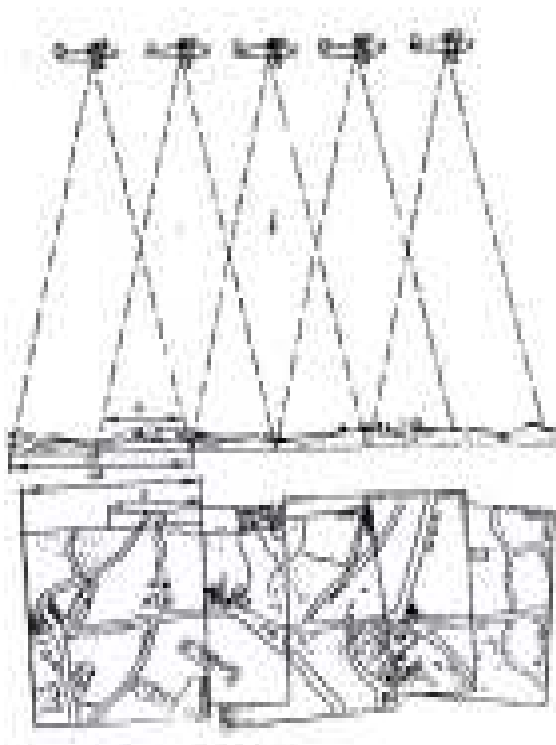
### 7.3. Ýer üstüni uçardan surata almak

**Aero we kosmosfotosurata almagy** - bu ýeriň üstüniň ýa-da aýratyn obýektleriň uçýan serişdelerinden(uçardan, dikuçardan, pilotsyz serişdelerinden, ýeriň emeli hemralaryndan) aerofotoapparatlardan (**AFA**) fotografirlenmek hadysasydyr. Ol fotografirlenmek we oňa taýýarlyk işleriniň hem-de aerofilmleriň, aerofotosuratlaryň we kosmos suratlaryň alynmagyny öz içine alýar.

Aerofotosurata almagy praktiki, ylmy-barlag işlerinde uly gollanma tapýar, ýagny ondan ýer üstüniň häsiýetleri barada takyk we ýeterlik maglumatlar toplumyny almak bolar. Maglumatlar toplumy esasynda kartalary guramaçylykly

düzetmekde, fotoresminamalary gurmak we käbir ýöriteleşdirelen kartalary almak üçin ulanýarlar.

**Aerofotosurata almagy**, aşakdaky häsiýetleri arkaly dürli görnüşlere: AFA-nyň optiki okunyň ýerleşmegi boýunça - planly we pespektiwaly; AFA-nyň görnüşleri *boýunça* - *deşikli(şelli)*, *ponoramaly*, *kadrly*; günüň dowamlylygy boýunça - *gündizki* we *gijeki* ýalylara bölünýär. Aerofotosurata almagyň görnüşlerine baglylykda degişli (ýörite hasaplamalary geçirmek bilen) aerofotosuratlar alynýar. Meselem, planly aerofotosuratlary almagyň esasynda, ýer üstüniň planly aeroforo suratlary we gijesine surata almakda, gijeki aerofoto suratlary alýarys. Olardan daşgary, howada surata almak *ýeke-täk*, *marşrutly* we *meýdanly*, *gara - ak*, *reňkli* we *spektral* plýonkalaryny ulanmak bilen geçirýärler.



7.4-nji surat. Ýer üstüni uçardan marşrut boýunça surata almak.

Aýratyn howada surata almak uly bolmadyk, ýeke duran obýektleri aňtowlý barlamak maksady bilen alynýar(köprüler, geçirijiler, zawod - fabrikler, wajyp gazma baýlyklaryň çykýan ýerleri we ş. m.).

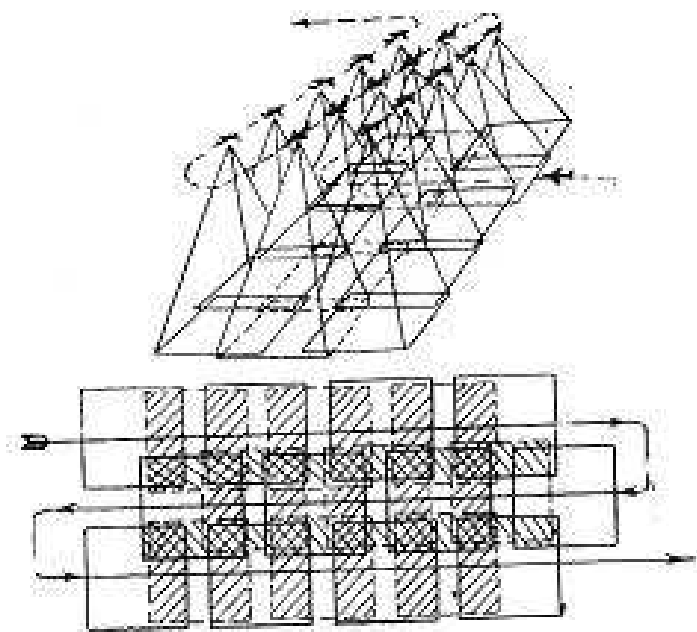
**Marşrut surata almagyna** (fotografirlemekde) has uzyn çyzykly obýektleri, ýagny ýollary, derýalary, gidrotehniki (derýalary, ýaplary) desgalary, uzalyp giden desgalary (awtomobil we demir ýollary) surata almakda alnyp barylýar. Surata almakda ýolunmalaryň bolmazlygy üçin, ony stereoskopiki seretmek bilen, marşrut surata almagyny aerosuratlary uzaboýuna gaplamak geçirilýär. Oňa bolsa *uzaboýuna gaplamak* diýlip atlandyrylýar (7.4-nji surat). Düzgün boýunça, ýer üstüni surata almakda goňşy aerosuratlaryň bir-birini öz ölçegleriniň 60-80 %-den az bolmadyk gaplamak bilen geçirilýär.

Aerosuratlaryň bir-birine uzaboýuna gaplanmagyny aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$P_x = \frac{K}{M} \cdot 100\% = \frac{l}{l_x} \cdot 100\%.$$

Bu ýerde  $l_x$  - aerosuratyň uzynlygy, sm;  $l$  - aerosuratlaryň bir-birine gaplamagyň ini, santimetr ölçeginde.

**Meýdanly howada surata almagy** halk hojalygynyň dürli sebitlerini öwrenmek we olaryň ýerleşýän ýerlerinde ylmy - barlagy işlerini geçirmek maksady bilen ulanylýar. Ol bir-birine parallel bolan marşrutlary ýatyrmak arkaly, öž gezeginde marşrutlarda bir-birini gaplamak boýunça geçirilýär. Şeýle ýapylmak usulyna (ýapylma) *keseligine gaplanmak* diýip atlandyrylýar (7.5-nji surat). Keseligine gaplamagyň bahasy, adatça **15-30 %-e** çenli, aerosuratlaryň ölçeglerine baglylykda alynýar.



7.5-nji surat. Ýeriň üstüni meýdan boýunça surata almak.

Marşrutyň surata alnyş mümkinçiligini( $C$ ) we aerosuratyň sanyny( $L$ ) aşakdaky formulalar bilen hasaplamak bolar:

$$C = l_y \cdot m; \quad L = \frac{D \cdot 10^7}{l_x \cdot (100 - p) \cdot m}.$$

Bu ýerde  $l_x$  we  $l_y$  - aerosuratyň uzynlygy we ini, santimetrde;  $D$  - marşrutyň uzynlygy, kilometrde;  $p$  - aerosuratyň uzynlygyna gaplanylyşy, %;  $m$  - surata almagyň masştabynyň maýdalawjysy.

Meýdany surata almakda, uçar birnäçe parallel marşrutlary boýlap uçup geçýär. Parallel marşrutlaryň arasyndaky aralyk, aerosuratlaryň bir-birini keseligine 20-30 % gaplanmagy hökmany şert hasaplanylýar. Meýdan boýunça

alnan aerosuratlar(çetki marşrutyň suratlary muňa girmeyär) bir-birini dört tarapdan gaplaýar.

Surata alnan marşrutlaryň aralygy( $R$ ) we marşrutyň sany ( $T$ ) aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar:

$$R = l_x \cdot m \cdot \frac{100 - g}{100}; T = \frac{S \cdot 10^7}{l_x \cdot (100 - g) \cdot m} + 1.$$

Bu ýerde  $q$  - aerosuratlaryň bir-birini keseligine gaplaýşynyň ululygy, %;  $S$  - surata alynýan ýeriň giňligi, km.

Ýeriň üstüni surata almagyň masştaby düzülýän topografiki kartanyň ýa-da planyň masştabyna, ýeriň relýefine we kartany düzmeginiň usulyna seredilip alynýar. Meselem, kombinasiýalaşdyrylan usulynda  $1:2000$  masştably plany düzmek üçin, aerosuratyň masştablary  $1:3500$ - $1:5000$ ;  $1:5000$  masştabda plany düzmekde bolsa,  $1:7500$  -  $1:10000$ ; emma  $1:10000$  masştably kartany düzmekde,  $1:15000$  bolmagy zerur. Pes takyklykly stereofototopografiki gurallaryň kömegi bilen gaýtadan işlenilmegi gerek bolan aerosuratlaryň masştaby, planyň masştabyndan iki-üç esse uly bolmagy hökmany şert hasaplanylýar. Kombinirlenen usulda  $1:2000$  we  $1:5000$  masştably plany düzmek üçin uzyn fokusly(fokus aralygy 210, 350, 500 we 750 mm) aerofotoapparatlarynyň kömegi bilen ýeriň üsti surata alynýar. Stereofotogrammetriki usulynda  $1:2000$  we  $1:5000$  masştably plany düzmek üçin(şäheriň ýeriniň çägi) gysga fokusly(fokus aralygy 55, 70 we 100 mm) aerofotoapparatlar ulanylýar.

**Planly aerofotosurata almak** örän giň gerime eýedir. Onda, AFA-nyň optiki oky bilen asma çyzygyň(geoidiň üstüne perpendikulýar ýerleşen çyzyk) ugry gabat gelýär ýa-da ondan sähelçe burç tapawutlanýär. Gyşarma burçunyň ululygy, surata almagyň maksadyna bagly bolýar hem-de  $3^\circ$ -a çenli bolan ululykdan geçmeyär. Tekiz ýa-da ýeňil depeli ýer üstüniň meýdanlarynyň planly aerofotosuratlary, *ýer üstüniň fotografiki plany* bolýar, ol bolsa karta bilen aňsat deňeşdirilýär. Şeýle hem obýektleriň ýerleşen ýerini, keşbini we ölçeglerini takyk kesgitlemäge(ölçemäge) mümkinçilik berýär hem-de ölçegi geçirmek maksady bilen ulanylýar. Beýle edilmeginiň sebäbi, aerofotosuratlaryň hemişelik praktiki masştabynyň bolmagydyr.

**Perspektiwaly aerofotosuratlary almagy** AFA-nyň optiki okunyň asma çyzygy bilen  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  ýa-da  $75^\circ$  burç aralyklarda geçirilýär. Şonuň bilen birlikde, planly surata almakda ýeriň üstündäki meýdan, uçýan serişdäniň aşagynda galýar, emma, perspektiwaly usulda, öňde ýa-da ondan gapdallarda ýerleşen meýdanlary almak bilen geçirilýär.

Perspektiwaly aerosuratlaryň masştaby üýtgeýändir, öňdäki planda ýerler uly, yzdaky planly ugurlarda bolsa, elmydama kiçelýär.

Perspektiwaly suratlar adatça, adamyň ýönekeý göz bilen seredilende *ýer üstüni perspektiwa şekili* ýaly kabul edýär. Olar, planly suratlar bilen has-da aýdyňdyr we deňeşdiren halatynda ýeňil okalýar, emma şu suratlarda ölçegleri geçirmek örän çylşyrymlydyr.

Surata almagyň (fotografirlemeginiň) häzirki zaman serişdeleri, bir wagtyň özünde planly we perspektiwaly aerofotosuraty almaklyga, şol, kombinirlenen

aerofotoapparatlaryň ýa-da yrgyldaýan fotogurluşlarda ornaşdyrylan bir AFA-da geçirmäge mümkiçilik berýär.

**Deşikli (yşykly) aerofotosurata almak**, adaty(kadrly) surata almakdan ýörite deşikli(şelowaýa) AFA-lary ulanmak taýydan tapawutlanýar. Onda, fotoplýonkany eksponirlemek hemişelik açyk, darajyk deşik arkaly amala aşyrylýar. Plýonkanyň hereket etmegi uçýan serişdäniň hereketiniň tizligi bilen ylalaşykda amala aşyrylýar. Şonuň bilen birlikde, surata almak ýeke-täk lenta görnüşli kadrlara bölünmezden geçiilýär. Deşikli surata almagy planly ýa-da uçuşyň tizliginde (öňe ýa-da yza) wertikaldan  $45^{\circ}$ -a AFA-nyň optiki okuny gyşartmak arkaly geçirmek bolar. Şu ýagdaýda **aksonometriki suratlar** alynýar, olarda bolsa obýektler ýokardan seredilýän ýaly görnüşde we haýsy hem bolsa gapdal taraplarynyň birinden sereden ýaly edip alynýar.

Deşikli surata almagy ýer üstüniň gowşak ýagtylandyrylan ýagdaýynda, meselem, alagaraňkyda, uly tizlikde, pes beýiklikde geçirilýär.

**Panoramaly aerofotosurata almagy** ýörite panoramaly AFA-nyň kömegi bilen geçirmek mümkin. Ol ini boýunça uly ýeriň üstüni surata almak bilen alnyp barylýar (gözýetimden-gözýetime çenli). Panoramaly aerofotosuratlaryň merkezi bölegi ýer üstüniň planly şekili, emma gyralaryna - perspektiwaly görnüşini almagy bilen tapawutlanýar.

**Gijeki aerofotosurata almagy** ýer üstüniň emeli ýag-tylandyrylan ýagdaýynda, pirotehniki serişdeleri: ýagny fotobombalary, fotoraketalary, fotooklary ýa-da elektrikli ýagty-landyryş serişdeleri ulanmek bilen geçirilýär.

Gijeki aerofotosuratlar gündizine surata almakdan, obýektleriň kölegeleriniň çykyp duran, ýerli dürli ugurlara gidýändigini bilen tapawutlanýar. Emma planly aerosuratlarda ýeriň üstüni ýagtylandyryş serişdeleri bilen ýagtylandyrmakda kölegeleriň bolmazlygy mümkindir.

**Reňkli we spektrozonally aerofotoplýonkalarda aerofotosurata almalary**, ýer üstüniň gizlin elementlerini, şeýle-de beýleki ýagdaýlara gözegçilik maksady bilen giňden ulanylýar. Reňkli surata almak üç gatlakly plýonkalarda geçirilýär. Reňkli fotoplýonkalarda obýektleriň fotoşekilleri, ýerdäki natural keşbine ýakyn alynýar.

**Spektrozonally surata almak** bir wagtyň özünde spektriň dürli zonynda, ýörite plýonkalarda iki-üç gatlakly amal edilýär. Olaryň her biri *Gün ýagtylygynyň kesgitlenen zonasyny* duýmaga ukyplydyr. Her bir gatlagyň reňkleýjisi, kesgitlenen obýektleriň görünýän goşulmalaryny, aerofotosuratlarda güýçlendirilmegini göz önünde tutýar. Şonuň üçin spektrozonally suratlaryň maglumatlary göterijiligi ak-gara suratlar bilen deňeşdirende, has-da ýokarydyr. Şu suratlardan, daşky gurşawyň reňki bilen goşulýan obýektler oňat okalýar. Obýekt we daş töwerekdäki gök zolagyň reňkleriniň spektrli serpikdiriji ukybynyň egrisiniň goşulmadyk ýagdaýynda hem görünýär.

Ak-gara aero-fotosuratlar *hili taýdan reňkli aerofotosuratlar* bilen deňeşdireniňde has pesde durýanlygyna garamazdan, ak-gara aerofotosuratlar köp ulanylyp, reňkli aerofotosuratlaryň ylmy - barlagda ulanylyşy çäklendirilendir. Ýagny, olary fototejribehanalarda işlemek üçin köp wagat gerek bolýar.

## 7. 4. Fototejribehana işleri

Ýeriň üsti surata alnanda, aerofotoapparatlar fototejribehanada negatiw häsiýetde taýýarlanylýar we ýeriň çägi surata alnan wagty we çäk üçin kabul edilen şriftler ýazylyar. Soňky ýyllarda ulanylýan aerofotoapparatlarda bu maglumatlar statoskopyň, radiobeyiklik ölçýjiniň we beýleki gurallaryň görkezmeleri ýeriň üstüni surata almagyň nokadynda, aerosurata awtomatiki ýagdaýynda ýazylyp gidilýär. Suratyň sypatyny(hilini) barlamak üçin negatiwlerden pozitiwler taýýarlanylýar. Aerosuratlaryň bir-birini inine we boýuna näçe % prosent gaplaýşyny mahsus çyzgyjyň kömegi bilen kesgitlemek bolar. Aerosuratlar 60 % prosent bahanyň ýerine 56 % prosent gaplasa, onda olar kartany ýa-da plany düzmek üçin ýarawsyz hasaplanylýar.

Marşrutyň göni çyzygyny boýlap surata alnandygyny barlamak maksady bilen, her bir marşrutyň birinji we iň soňky aerosuratlarynyň esasy nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirilýär. Aerosuratlaryň esasy nokatlarynyň, şu göni çyzykdan näçe çäk çete gyşaranlygyny ölçýäris. Galan aerosuratlaryň hem esasy nokatlaryny birleşdirmegiň netijesinde emele gelen egrem-bugram çyzygyň uzynlygy bilen birinji we soňky aerosuratlaryň esasy nokatlaryny birleşdiriji çyzygyň uzynlygynyň arasyndaky tapawut 3 %-den artyk bolmasa, marşrut göni çyzyk boýunça surata alnan hasaplanylýar.

Uçaryň surata alnyşynyň aşagyndaky beýikligi bilen, öňünden bellenen beýikligiň arasyndaky tapawudyň 5 %-den köp bolmazlygy hökmanydyr.

Barlagyň netijesinde kesgitlenen kemçilikleri ýok etmek üçin montaj (birleşdirilen) edilen aerosuratlardan kiçeldilen nusga göçürilýär. Gaýtadan surata alynmagy gerek bolan ýerler nusgada görkezilýär we täzedan surata alynýar.

## 7.5. Aerosuratlaryň geometriki gurluşy we masştaby

**Aerofotosurata almagyň geometriki mazmuny.** Ýeriň üsti aerofotosuratlarda merkezi proyeksiýada şekillendirilýär. *AFA* - nyň obýektiwiniň aşaky nokady proyeksiýanyň merkezi(**S**) bolup durýar, emma aerofotosuratyň **P** tekizlikdäki proyeksiýasynyň tekiz bolmagy zerur (7.6-njy surat). Obýektiwiň merkezinden geçýän **Oo** göni çyzyk aerofotosuratyň tekizligine perpendikulýardyr we ol *AFA*-nyň *optiki oky diýip* atlandyrylýar. *AFA*-nyň optiki oky bilen aerosuratyň tekizliginiň(**O** nokadyň) kesişme nokadyna *aerofotosuratyň esasy nokady* diýilýär. *AFA*-nyň obýektiwiniň merkezinden ýeriň üstündäki nokada çenli **SO** aralyga aerofotosurata *almagyň beýikligi diýilýär* we **H** harpy bilen belgilenilýär. Obýektiwiň merkezinden aerofotosuratyň tekizligine çenli (**S<sub>0</sub>** **aralyga**) *AFA*-nyň *fokus aralygy diýlip*, ol *f* harpy bilen bellenilýär.

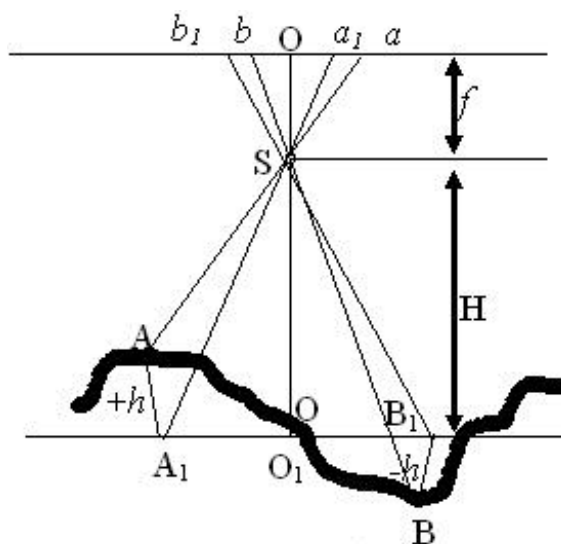
Merkezi proyeksiýada aerofotosuratlaryň ähli meýdanynda (ýerinde) masştaby hemişelik bahany alýar. Onda *P* we *M* tekizlikler özara parallel bolan ýagdaýynda we *Oo* optiki oky asma çyzykda alynýar hem-de surata alynýan ýer üstüniň ujypsyz relýefiniň(keşbiniň) ýagdaýyna bagly bolýar. Tekiz we ýeňil depeleri bolan ýer üstüniň planly aerofotosuraty almakda, aerofotosuratyň

masştaby hemişelik we AFA-nyň fokus aralygynyň( $f$ ) surata almagyň beýikligine ( $H$ ), gatnaşygana baglydyr. Bu baglanyşygy **SaO** we **SAO** meňzeş, iki sany üçburçlyklardan getirip çykarmak bolar we ol aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\frac{1}{m} = \frac{ab}{AB} = \frac{So}{SO} = \frac{f}{H};$$

Şonuň üçin surata almak, onuň masştabyna, beýikligine we AFA-nyň fokus aralygyna baglydyr. Meselem, surata almagyň beýikligi  $H=10\text{ km}$  deň bolsa, AFA-nyň fokus aralygy  $f=20\text{ sm}$  diýeliň, onda aerofotosuratlaryň masştaby  $1:50000$  ( $20\text{ sm}/1000000$ ), emma  $f=40\text{ sm}$  bolanda bolsa  $1:25000$  ( $40\text{ sm}/1000000$ ) bolar.

**Aerofotosuratlarda ýer üstüniň şekilleriniň ýoýulmasy.** Surata alynýan şekilleriň ýer üstüniň aerofotosuratlarynda ýoýulmalarynyň döremegi, relýefiň artykmaç deň tekiz däldigi we asma çyzykdan AFA-nyň optiki okunyň gyşarmagy bilen baglanyşyklydyr. Bu bolsa gorizont tekizlige otnositellikde aerofotosuratlaryň ýapgytlygydyr. Şoňa baglylykda aerofotosuratlarda relýef we onuň ýapgytlygyna baglylykda ýoýulmalar emele gelýär.



7.6-njy surat. Aerofotosurata almagyň shematiki çyzgysy.

Relýefe baglylykda ýoýulmalary girizmek, merkezi proyeksiýa mahsusdyr. Olar planly we perspektiwaly aerofotosuratlarda alynýar. Relýefiň fotografiki şekillere täsiri 7.6-njy suratda  $a$  nokadyň şekillendirilişi boýunça görmek bolar.  $B$  nokadyň gorizont proyeksiýasy  $B$  nokatda, ol bolsa depeleriň bolmadyk ýagdaýynda aerofotosuratda  $B$  nokatda şekillendirilerdi. Relýef üçin ýoýulma hökmünde, aerofotosuratda  $bb_1$  kesimiň uzynlygy alynýar. Ýoýulmanyň ululygy nokadyň otnositel beýgelmesiniň bahasy uly bolsa we aerofotosuratyň merkezinden nokadyň näçe uzakda (daşda) ýerleşenligine baglydyr. Şonuň üçin, dagly sebitleriň aerofotosuratlarynda ýerli obýektleriň maňzeşligi güýçli ýoýulan bolýar. Şular ýaly suratdan aralygy we sudurlaryň meýdanyny ölçemek, takmynan häsiýeti alýar. Has beýik depelerde ýerleşen nokatlarda, degişlilikde şu aşakdaky

ýoýulmalar (D) alynýar:  $H=2\text{ km}$ ,  $D_1=12\text{ mm}$ , emma  $H=4\text{ km}$  bolsa  $D_2=6\text{ mm}$ , ýöne  $H=8\text{ km}$  bolanda  $D_1=3\text{ mm}$  bolýar. Şeýle ýoýulmalar aerofotosuratlaryň merkezinden  $10\text{ sm}$  aralykda ýerleşen nokatlarda hem alnyp bilner. Eger-de nokatlar aerofotosuratlaryň merkezine ýakyn ýa-da uzakda ýerleşen bolsa, onda süýşmegiň bahasy proporsional üýtgeýär.

**Aerofotosuratlaryň ýapgytlygy üçin ýoýulmalar.** Ýapgytlyk üçin fotoşekilleriň ýoýulmasy AFA-nyň optiki oky bilen asma çyzygyň arasyndaky burça, fotoapparatyň *fokus aralygyna* we aerofotosuratyň merkezinden kesgitlenen nokada *çenli uzynlygyna* baglydyr. Suratdan belli boluşy ýaly, ýeriň üstünde deň aralykda ýerleşen A, B, C we D nokatlar, fotosuratda bolmadyk kesimleri bilen şekillendirýär, şeýle-de ýapgytlyk näçe uly bolsa, şonça-da kesimleriň deňsizligi artýar.

Relýefe we aerosutarlaryň ýapgytlygyna bagly bolan ýoýulmalar, ýeriň üstündäki obýektleriň sudurlarynyň görnüşini, ölçeglerini, fotoşekillerde üýtgedip biler. Şu ýagdaýda maksimal ýoýulmalar aerofotosuratlaryň gyrasyna ýaýraýar.

**Aerosuratlaryň masştaby.** Aerofotosuraty almagy meýilnamalaşdyrmakda (planlaşdyrmakda), aerofotosuratlaryň masştablaryny almagyň maksady we ýeriň üsti baradaky maglumatlary nähili takyklyk bilen almagyň gerekdigini göz önünde tutulýar. Aerofotosuratlaryň masştaby *näçe uly bolsa, ondan şonça-da takyk* maglumatlary almak bolar. Emma aerofotosuratlaryň masştablarynyň ulalmagy, olaryň sanynyň köpelmegine we işlemekde wagtyň artmagy baglydyr.

## 7.6. Aerofotosuratlary taýýarlamak we olar bilen işlemek

Aerofotosuratlar bilen birlikde, adatça sebit we surata almagyň masştaby baradaky maglumatlary alýarlar. Şeýle hem, surata almagyň wagty, fokus aralygy, suratlaryň tertibi deýin maglumatlar, her bir aerofotosuratyň burçunda görkezilýär.

Eger-de şu maglumatlar görkezilmedik bolsa, onda fotosuraty karta baglanyşdyrmak we onuň masştabyny kesgitlemek gerek.

Aerofotosuratlary karta baglanyşdyrmak onda bar bolan elementleri aerosuratdaky şekillendirilen ýeriň çäginin araçäklerini, şekilleriň degişli elementleri bilen deňeşdirmek arkaly geçirilýär.

Aerofotosuratlary ýeriň üstünde oriýentirlemek üçin, oňa magnit meridianyň çyzygyny, ýagny *demirgazyk - günorta(DG)* ugruna geçirýäris. Aerofotosuratda we kartada degişlilikde iki sany meňzeş nokatlary alýarys hem-de olaryň üsti bilen göni çyzygy geçirýäris. Kartada magnit meridianyň ugruny çyzýarys. Aerofotosuraty kartanyň üstüne, çyzyklar gabat geler ýaly derejede goýýarys. Şu ýagdaýda aerofotosuratda DG çyzygy suratda görkezilşi ýaly geçirilýär.

Bu usul bilen aerofotosuratyň masştabyny *fokus aralygyny* we *surata almagyň beýikligini* hasaplamak bolar. Hasaplamagy aşakdaky ýaly geçirmek mümkin:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H};$$

Bu ýerde  $m$ -aerosuratyň masşabynyň maýdalawjysy; Meselem, eger-de  $H=2\text{ km}$ ,  $f=150\text{ mm}$ . Onda

$$m=2\text{ km}/150\text{ mm}=13300$$

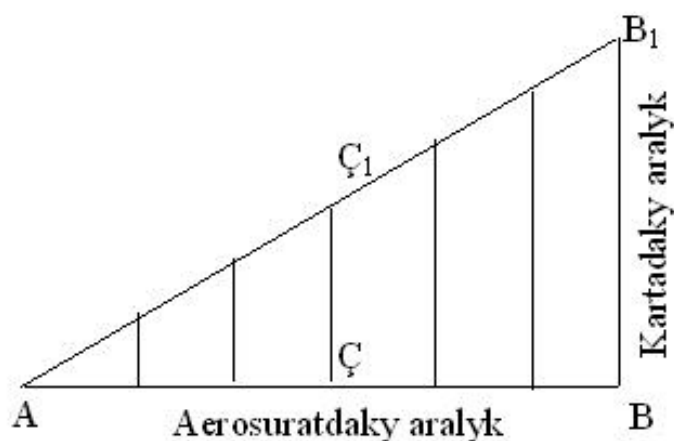
Aerofotosuratyň masşaby  $1:13300$  bolup, tegeleklände  $1\text{ sm}-133\text{ m}$  aralyk alynýar.

Aerofotosuratlaryň masşabyny köplenç, kartada we aerofotosuratlarda ölçenen kesimleriň kömegi bilen, aşakdaky formula esasynda kesgitlemek bolar:

$$\frac{1}{m} = \frac{l_0}{l_k \cdot l_k};$$

Bu ýerde  $l_0$  –aerofotosuratdaky kesimiň uzynlygy,  $\text{mm}$  ýa-da  $\text{sm}$ ;  $l_k$  –kartadaky kesimiň uzynlygy,  $\text{sm}$  ýa-da  $\text{mm}$ ;  $m_k$  –kartanyň masşabynyň maýdalawjysy.

Şu ýagdaýlarda aerofotosuratlaryň masşaby iki sany meňzeş kesimlerden az bolmazlyk şerti bilen kesgitlenilýär. Şu kesimleri alanda, olaryň aerofotoaparatyň merkezinde kesişýän we onuň gyrasynda ýerleşen obýektleri birleşdirýän görnüşinde alynmagy gerekdir. Gutarnykly netije hökmünde, hasaplanan maglumatlaryň orta arifmetiki bahasy alynýar.

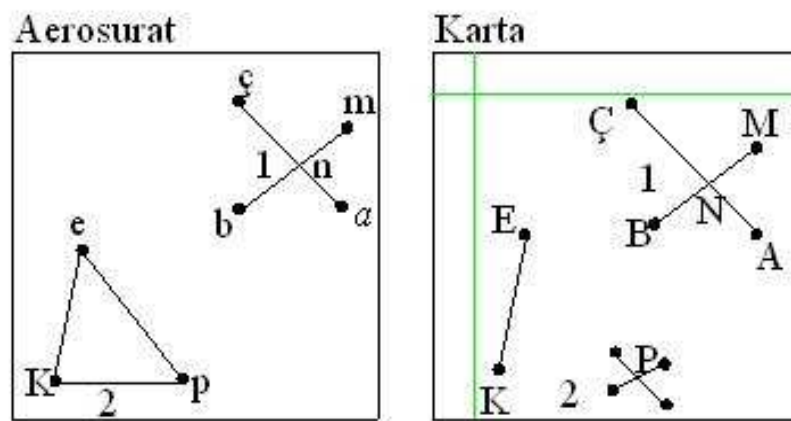


7.7-nji surat. Proporsional masştab.

**Proporsional masştaby gurmak.** Proporsional masşaby, aerofotosuratlar bilen işlemegi ýeňilleşdirýär. Ony gurmak üçin aerofotosuratda we kartada iki sany meňzeş  $A$  we  $B$  nokatlary alýarys, olary göni çyzyk bilen birleşdirýäris hem-de alnan kesimi ölçeyäris (7.7-nji surat).

Alnan ölçegiň netijesini, kagyzyň sahypasynda, özara perpendikulýar ugurlarda,  $AB$  (aerofotosuratda) we  $BB_1$  (kartadaky) aralyklary alyp goýýarys.  $A$  we  $B_1$  nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirýäris hem-de  $BB_1$  çyzyga parallel görnüşinde deň aralykdan çyzyklary geçirýäris. Onda,  $AÇ$  kesim aerofotosuratdan ölçenen,  $A$  nokatdan proporsional masştabda goýlan we  $ol\ ÇÇ_1$  (kartadaky) kesime deňli bolar.

**Aerofotosurlara koordinata toruny geçirmek.** Aerofotosuratda we kartada dört sany meňzeş nokatlary alýarys (degişlilikde  $a, b, s, d$  we  $A, B, S, D$ ). Olar kartada we aerofoto-suratda takyk we ynamly nokatlar bolmalydyrlar. Bu nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirýäris. Soňra kartadaky koordinatlar tory bilen, şu çyzyklarda kesişen nokatlary, kese masştab çyzgyjyndan peýdalanyň aerofotosurata geçirýäris. Kesişme nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirip, aerofotosuratda koordinata toruny alýarys. Şular ýaly torlardan diňe obýekti görkezmekde, ýagny, ýer üstüniň relýefi we aerofotosuratyň ýapgytlygy bilen baglanyşykly şekilleriň ýoýulma ýalňyşlyklary, obýektiň koordinatlary, aerofotosurlaryň geçirilen tory arkaly kesgitlese peýdalanyň bolar (7.8-nji surat). Aerosuratdaky obýektleriň karta geçirilişini görýärsiňiz (1 - ölçemek usuly; 2 - kesişdirmek usuly).



7.8-nji surat. Aerosuratda we kartada çyzyklaryň berlişi.

**Obýektleriň çyzykly ölçeglerini kesgitlemek.** Obýektleriň çyzykly ölçeglerini, aerofotosuratda aşadaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$L = l \cdot M$$

Bu ýerde  $L$  - obýektiň hakyky ölçegi, metrde;  $l$  - aerofotosuratdaky şekillendirilen obýektiň ölçeglerini, mm;  $m$  - aerofotosuratyň masştabynyň maýdalawjysy.

Meselem, Eger-de  $l=3 \text{ mm}$ ;  $m=1:13300$  bolsa, onda  $L=3 \cdot 13300 = 40 \text{ m}$  bolar.

**Aerofotosurlardan karta obýektleri geçirmek.** Aerofotosurlardan karta obýektleri aşadaky usullaryň kömegi bilen geçirmek bolar:

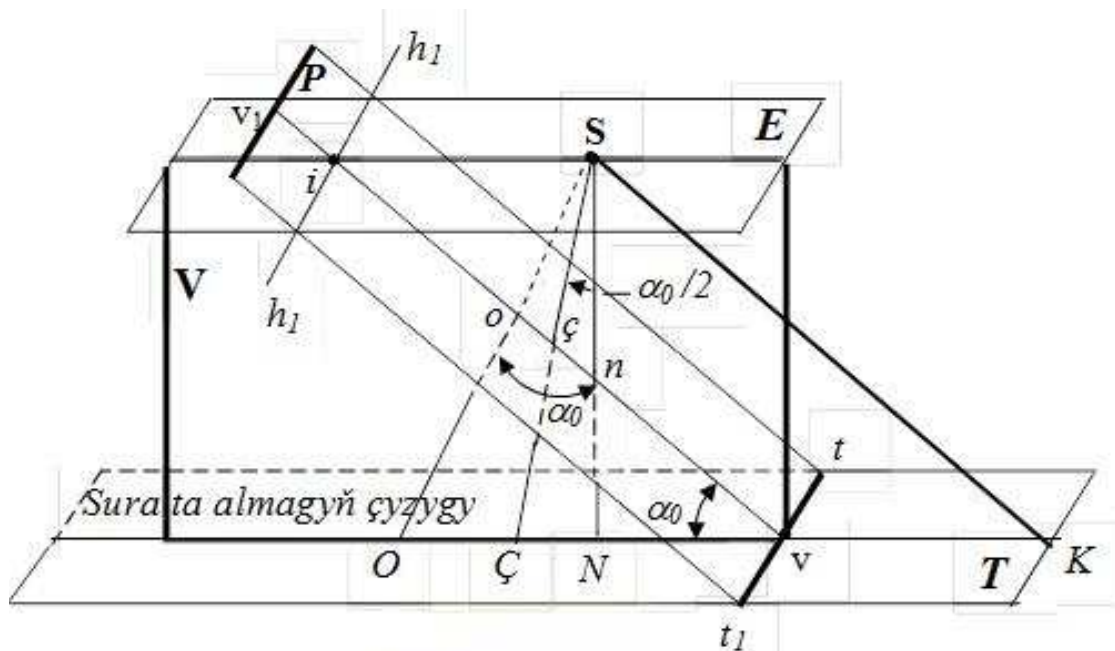
1. Kartada we aerofotosuratda umumy sudurlary tanaýarlar, tanalan obýektleri göz çeni bilen başlangyç ugra görä otnositellikde karta geçirýärler. Bu usul ýokary takyklygy üpjün etmeýär we sudurlaryň köp bolan ýerlerinde ulanylýar.

2. *Kesişmeler boýunça:* geçirilýän obýektleriň ýakynynda, iň azyndan iki sany umumy nokatlary alýarys, aerofotosuratda alnan nokatlardan obýekte çenli kesimleriň uzynlygyny ölçýäris, soňra radiuslary arkaly, kartanyň masştabynda şu kesimlere deň bolan aralygyň üstünde dugany çyzýarys. Olaryň kesişen ýeri bolsa obýektleriň kartadaky ýagdaýyny görkezýär.

3. *Toruň öýjükleriniň kömegi bilen aerofotosuratda we kartada üç-dört sany meňzeş nokatlary alyars we olary göni çyzyklar bilen birleşdirýäris. Alnan meňzeş şekilleriň taraplaryny deň sanly bölekler bölýäris we göni kesim bilen birleşdiriji çyzyklar arkaly gerek bolan gürlükli tory alyars. Toruň öýjükleri boýunça aerofotosuratlardan obýektleri karta geçirmek bolar.*

## 7.7. Perspektiwany we plany gurmak

**Proýeksiýa**-kesgitli matematiki kanunlar arkaly, tekizlikde ýer üstüniň ýa-da asman jisimleriniň suratlandyrylmagydyr. Proýeksiýalary gurmakda köplenç *ortogonal* we *merkezi proýeksiýalar* ulanylýar. Ortogonal proýeksiýany almak üçin, predmetiň nokatlaryndan, tekizlige perpendikulýarlary geçirýäris. Geodeziýada ýerdäki nokatlar asma çyzyklaryň kömegi bilen, urowen tekizligine teswirlenilýär. Onda,  $20 \times 20 \text{ km}^2$  we ondan kiçi bolan ýer bölegini tekizlik hökmünde kabul etmek bolar. Bu bolsa ortogonal proýeksiýany kiçeldýär we gerek masştably kartany ýa-da plany almaga ýardam berýär. Geometriýada ortogonal proýeksiýany birnäçe özara perpendikulýar ugurlar boýunça obýektleri şekillendirmekde ulanylýarlar. Bu usul aýratyn hen tehniki çyzgylary taýýarlamakda amatlydyr.



7.9-njy surat. Merkezi proýeksiýanyň elementleri.

**Merkezi proýeksiýa** (7.9-njy surat), bu predmetiň nokatlaryndan çykýan şöhleleriň bir nokatda birleşip, tekizlikde alnan şekilidir. Şöhleleriň birleşýän nokadyna(S) proýeksiýanyň **merkezi**, şekilleriň gurulýan tekizligine bolsa *surat (kartina)* *P tekizligi*, emma alnan şekiliň özüne *perspektiwa* diýilýär. Eger-de surat proýeksiýanyň merkezinde we predmetiň ortasynda ýatsa, onda gönüden-göni *şekil - geometriki pozitiw*, eger-de ol proýeksiýanyň merkezinden geçip ýatsa (predmet we surat proýeksiýasynyň merkezine baglylykda gapma - garşylykly taraplarda

bolsalar), onda ters şekil - *geometriki negatiw* alynýar. Eger-de bu ýagdaýda faks aralyklar birmeňzeş we suratlar bir-birine özara parallel bolsalar, onda şekiller *kongruýent* bolýar. Adam älemi(dünýäni) geometriki pozitiw sypatynda görýär. Onuň gözi proyeksiýanyň merkezi bolup, fotoapparatlarda bolsa şekiller geometriki negatiwde gurlandyr. Geometriki pozitiw we negatiw(suratyň göni we ters ýerleşmegi) fotografiki pozitiwiň, negatiwden tapawutlandyrylmagydyr. Olaryň birinde reňkleriniň öwürşgüni obýektlerde, beýlekisinde bolsa garşylykly alynýar (7.9-njy surat). Fotoapparatyň obýektiwi obýektleriň şekilini geometriki negatiwde gurýar. Emma suratlarda we esaslarda (formulýarda) geometriki pozitiw alynýar. Islendik surata almakda, şonuň bilen birlikde, aerofotosurata almakda hem ýagtylyk şöhleleri obýektiwiň birleşdiriji nokadyndan geçip, döwürlyän predmetiň nokatlarynda we onuň göni çyzyk görnüşli nokatlarynda birleşýärler. Şoňa baglylykda obýektiw şekilleri merkezi proyeksiýanyň kanunlary boýunça gurýar(obýektiwe düşýän ähli şöhleler optikanyň kanunlaryna esaslanyp, has aýdyň obýektleri gurýar). Aerosuratlarda ulanylýan merkezi proyeksiýanyň elementleri bolup, *predmet tekizligi*  $T$  (eger-de göwürmli görnüşli bolsa, predmetiň giňişlikdäki ýagdaýy)-aerosurata almakda ýeriň üsti bolup durýar. Surat tekizligi  $P$ , aerosuratyň tekizligi, proyeksiýanyň merkezi bolup,  $S$  - obýektiwiň düwünli nokady hasaplanylýar.  $SnO$  esasy şöhle, surat proyeksiýasynyň merkezinden inderilen perpendikulýardyr.  $SnN$  nadir şöhlesi proyeksiýanyň merkezinden çykan asma çyzykdan, esasy wertikalyň  $V$  tekizliginde, esasy we nadir şöhleleri geçýär. Ol ýere we fotosurata perpendikulýar ýagdaýynda alynýar. Onuň surat tekizligi bilen kesişmegi arkaly esasy wertikalyň  $vv_1$  çyzygy alynýar. Şeýle hem ýeriň üsti bilen kesişmegi netijesinde surata almagyň ugrunyň çyzygy alynýar. Esasy we nadir şöhleleriniň  $a_0$  arasyndaky burç, aerosuratlarynyň ýapgytlyk burçyna deňdir. Eger-de ol nola deň bolsa, onda surata almagyň ugrunyň çyzygynyň ýoklugyny görkezýär. Ol  $a_0$  burçuň we aerofotoapparatyň ýapgytlyk tarapyna ugrukdyrylmagy bilen döreýär (ol uçuşyň tarapyna alynmaýar). Şonuň üçin hem, surata almagyň ugurly çyzygy(**SAUÇ**) diýlip, çyzyk perspektiwasyňyň, surata almak ugruna düşünilýär. Esasy şöhle bilen suratyň kesişmegi, onuň baş  $a$  nokadyny(obýektiwiň düwünli nokadyndan aerofotoapparatyň tekizligine inderlen perpendikulýaryň esasy) berýär. Praktiki  $a$  nokadyň ýagdaýyny, suratda koordinata belgilerini birleşdirýän çyzyklaryň kesim şöhleleriniň kesişmegi netijesinde tapylýar. Nadir şöhlesi bilen suratyň kesişmegi, fotosuratyň *nadir nokadyny* ( $n$ ) berýär, emma ýeriň üstünde nadir  $N$  nokadyny asma çyzygyň ugry boýunça kesgitlemek mümkin.  $S$  proyeksiýanyň merkezinden geçirlen  $a_0$  burçuň bissektrisasynyň, surat bilen kesişen nokadynda *nol ýoýulmaly*  $\epsilon$  nokadyny alarys. Suratly we predmet tekizlikleriniň kesişme çyzygyna  $t_{1t}$  (fotosuratyň we ýeriň) *perspektiwanyň oky* ýa-da *suratyň esasy* diýilýär. Ol ikilenç nokatlaryň köplügi bolup, predmet we perspektiwanyň gabat gelmegi bilen emele gelýär.  $S$  proyeksiýanyň merkeziniň üsti bilen geçirlen gorizont tekizlik hakyky *gozýetimiň* (gorizontyň) *tekizligi*  $E$  bolup durýar. Onuň surat tekizligi bilen kesişmegi netijesinde emele gelen  $h_i h_i$  çyzygy, ýagny *hakyky gozýetimiň* çyzygy

alynýar. Bu tekizlik hem öz gezeginde çykýan nokatlaryň köplügi bolup durýar(ýerde özara parallel gönüleriň kesişme nokatlarynyň perspektiwasy). Üç - *surat, hakyky gözyetim we esasy wertikal* tekizlikleriň kesişýän ýerinde, esasy **I** nokat ýerleşýär. Bu nokatdan ýerdäki gönüleriň perspektiwalary ýerleşýär, şeýle hem onda ýapgytlygyň ugrunyň parallel çyzyklary alynýär. Suratda proyeksiýanyň merkezinden *S* parallel geçirlen *Q* tekizlige, gözyetimiň *surat Q tekizligi* diýilýär (oňa başgaça neýtral tekizlik hem diýilýär). Ýeriň üsti bilen neýtral tekizlik kesişip, *gözyetimiň surat* çyzygyny döredýär. Onda ýerdäki gönüleriniň esasy birleşme nokady ýerleşendir(ýerdäki tekizlikler, neýtral we esasy wertikalynyň kesişmegi netijesinde alynýar). Onda perspektiwaly fotosuratyň esasy wertikalyna, ýerdäki parallel göni çyzyklar birleşýär.

## 7.8. Aerosuratlaryň masştabyny kesgitlemek

Tekiz ýeriň üsti fotoplýonkanyň gorizonta hem-de aerofotoapparatyň optiki okunyň(*OS*) ýere baglylykda wertikal ýagdaýynda surata alynsa(7.6-njy surat), onda aerosurat plýonka meňzeýär, ýagny aerosurat ýer üstüniň *gorizonta proyeksiýasy* hasaplanýlar. Bu ýagdaýda ýerdäki özara deň çyzyklar(*AO, OB*) aerosuratda özara deň bölekler(*aO, Ob*) görnüşinde teswirlenilýär. Şunuň ýaly fotosuratlaryň optiki oky, islendik halatda perpendikulýar ýagdaýynda bolubermeyär, ýagny belli bir burç derejä gyşarýar. Şonuň üçin ýer üstüniň suraty hem şonça ýapgytlykda alynýar. Netije-de, ýerdäki özara deň çyzyklar aerosuratda uzynlygy bir-birinden tapawutlanýan bölekleriň görnüşi ýaly edilip teswirlenilýär.

Ýerdäki çyzyklaryň özgermegi netijesinde, sudurlaryň şekili hem üýtgeýär, kwadrat görnüşindäki sudur, aerosuratda trapesiýa şeklinde teswirlenilýär. Aerosuratyň çetki(gyraky) bölegindäki sudurlar özgerýär.

Sudurly nokatlaryň ýagdaýynyň näçe özgerenligini aşakdaky formulanyň kömegi bilen, takmynan hasaplanyp çykarylýar:

$$\delta_a = -\frac{r^2}{f} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi$$

Bu ýerde *r* - aerosuratyň esasy nokatlaryndan ölçenen sudur nokada çenli bolan aralyk (radius - wektory), sm-de ýa-da mm-de; *f* - aerofotoapparatyň fokus aralygy, mm; *a* - aerosuratyň ýapgytlyk burçy, gradusda; *j* - esasy wertikal bilen nokadyň radius - wektorynyň arasyndaky burç, gradusda.

Ýerdäki çyzyklaryň aerosuratda özgerdilip şekillendirilişine ýer üstüniň relýefi uly täsir edýär. Meselem, 7.6-njy suratda aerofotoapparatyň optiki oky perpendikulýar ýagdaýynda alnan diýeliň. Ýerdäki *A* nokat, suratda *a* nokat bolup teswirlenilýär. Ýeriň üsti tekiz bolanda *A* nokadyň planly ýagdaýy aerosuratda, başga bir nokatda teswirlenmegi mümkin.

Aerosuratda nokadyň ýagdaýynyň relýefiň täsirinde özgermek derejesi aşakdaky formulanyň kömegi arkaly hasaplanýlar:

$$\delta_h = \frac{r \cdot h}{H}$$

Bu ýerde  $h$ -nokadyň gorizontalkelikdäki beýgelmesi, metrde;  $H$ -surata almagyň (gorizontalkelikde) beýikligi, metrde.

Ýerdäki çyzyklaryň aerosuratdan özgerip teswirlenişi, şu çyzygyň başyndaky we ahyryndaky nokatlaryň beýgelemsiniň tapawudyna, aerosuratyň merkezinden näçe daşlykda durşuna baglydyr. Nokatlaryň beýgelemeleriniň tapawudy näçe uly bolsa we olar aerosuratyň merkezinden näçe uzakda ýerleşse, onda bu çyzygyň ýoýulmasy, şonça-da uly bolýar. Şonuň üçin hem aerosuratlarda ölçeg işlerini geçirende, onuň merkezi böleginden peýdalanýarlar.

Aerosuratlarda merkezden daşdaky sebitlerde, relýefiň täsirinde emele gelýän ýalňyşlyk ulurak bolýar. Şonuň üçin, şu aerosuratlarda ölçegiň netijelerine birnäçe düzedişleri girizmek dogry bolar.

### 7.9. Planly aerosuratyň masştabyny kesgitlemek

Aerosuratlaryň optiki okunyň ýapgytlygynyň we relýefiň täsiriniň, her hili ýagdaýda bolşuny nazara alyp, aerosuratda ölçeg işlerini geçireniňde orta masştabdan peýdalanýlar. 7.6-njy suratdaky  $ASB$  we  $asb$  üçburçluklaryň meňzeş bolanlygy sebäpli aerosuratyň masştaby aşadaky ýaly hasaplanylýar:

$$\frac{1}{m} = \frac{ab}{AB} = \frac{f}{H}.$$

Bu ýerde  $AB$ -ýerdäki çyzygyň uzynlygy,  $m$ ;  $ab$  - şu çyzygyň aerosuratdaky teswiri;  $f$  - aerofotoapparatlaryň fokus aralygy,  $mm$ ;  $H$ -surata almagyň beýikligi;  $m$ -aerosuratyň masştabynyň maýdalawjysy.

Beýikli-pesli ýerlerde, uçaryň üçüş beýikligi, orta gorizontalkelikden hasaplanylýar. Relýefi onçakly beýik bolmadyk ýeriň, planly aerosuratynyň masştaby aşadaky ýaly hasaplanylýar:

- a) aerosuratyň fokus aralygynyň, surata almak beýikligine bolan gatnaşygy;
- b) aerosuratdaky bir çyzygyň uzynlygynyň, ýerdäki şol çyzygyň uzynlygyna gatnaşygy bilen kesgitlenilip bilner.

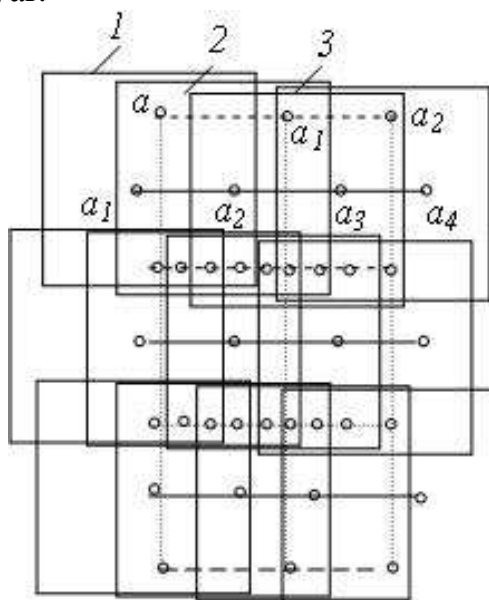
Planly aerosuratyň masştabyny kesgitlemek maksady bilen aerosuratdaky çyzygyň uzynlygyny, ýerde şol çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň netijesini deňeşdirip kesgitlemek bolar. Şu ýagdaýda aşadakylary göz önünde tutmak hökmanydyr:

- 1) Aerosuratdaky iki sany çyzygyň uzynlygynyň ýerde ölçenilmegi;
- 2) Aerosuratdaky çyzyklaryň, suratyň esasy nokadyndan ýa-da oňa ýakyn ýerden geçmegi;
- 3) Aerosuratdaky çyzygyň depeleri, sudurly nokatlar bilen (jaýlaryň, binalaryň burçlary, ýollaryň kesişýän nokatlary we başgalar) birleşdirilişi hem-de olaryň hakyky beýgelmeleriniň bir ýagdaýda bolmagy ýa-da olaryň ortaça gorizontalkelikde ýerleşen bolmagy;
- 4) Çyzyklaryň uzynlygy, ýerde polat lenta ýa-da takyk uzakölçeýjiler bilen ölçenilmegi gerekdir. Çyzygyň depeleriniň koordinatlarynyň önünden belli bolan nokatlara baglanyşdyrylan görnüşinde bolmagy, olaryň arasyndaky aralygy (uzynlygy), nokatlar boýunça analitiki usulynda hasaplanyp çykarylmagy zerurdyr.

Aerosuratda çyzygyň uzynlygy kese masştab we ölçeg-sirkuly bilen ölçenilýär. Ýerde çyzygyň uzynlygyny gönüden-göni ölçemek üçin ýagdaý bolmasa, şu ýeriň uly masştably topografiki kartasyndan(eger-de, şeýle karta bar bolsa) ölçenilýär. Ölçeg işlerini ýeňilleşdirmek maksady bilen düzülen mahsus üçburçluk şekilindäki proporsional masştabdan peýdalanylýar.

### 7.10. Aerosuratlarda belgileri(opoznaklary) belgilemek we olaryň koordinatlaryny geodeziki usulynda kesgitlemek

Aerosuratlarda geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek gerek. Ýerdäki geodeziki daýanç punktlar bir-birinden uzak ýerleşenliginden, aerosuratlarda goşmaça punktlaryň koordinatlary kesgitlenilýär (7.10-njy surat). Onuň üçin kameral şertlerinde, fototriangulýasiýa we fotopoligonometriýa usullaryndan peýdalanylýar. Emma punktlaryň koordinatlaryny fotogrammetriki usulda kesgitlemek maksady bilen, ýerde birnäçe nokadyň koordinatlary geodeziki usulda kesgitlenilýär. Şu nokatlara belgi(opoznak) diýilýär. Belgileriň koordinatlaryny kesgitlemek işi, olaryň ugruny düzmekden başlanýar. Şu maksat bilen aerosuratlary bir-birine seplemek (montažlamak) arkaly, ýerde koordinatlary kesgitlenen nokatlaryň ýagdaýlary belgilenilýär. Belgileriň aralygy, plany almagyň masştabyna baglydyr. Meselem,  $1:15000$  masştably aerosuratdan peýdalanyň,  $1:10000$  masştably topografiki karta düzmek gerek bolsa, goşmaça punktlary grafiki triangulýasiýa usulyndan peýdalanyň köpeldilende, marşrutyň her dördünji aerosuratynda belgilenilýär.



7.10-njy surat. Aerofotosuratlary bir-birine seplemek.

Planly bellikleriň sypatynda geodeziki daýanç punktlaryndan hem-de ýerdäki takyk sudurly nokatlaryndan (ýollar, ýaplar, derýa, seýilgählerdäki ýodajyklar we başgalar) peýdalanylýar. Bu nokatlar aerosuratlarda iňňe bilen deşilip  $0.1 \text{ mm}$ -lik tegelekçe çyzylyp belgilenilýär, suratlaryň arkasynda  $3 \text{ mm}$ -li

tegelek çyzylyp, belginiň tertibi ýazylyp goýulýar. Her bir tegelek üçin abris çyzylýar. Belgileriň ýerdäki ýagdaýy demir truba ýa-da agaç gazyklary bilen belgilenilýär. Aerosuratdaky we ýerdäki belgileriň ýagdaýlarynyň dogry tapylanlygy barlag aerosuratlarda, olaryň 60 %-ni täzedan tapmak ýoly bilen barlanylýar. Belligiň koordinatlary planyň masşabynda 0.2 mm-e çenli takyklykda kesgitlenilmegi gerekdir. Belgiler döwlet daýanç ýa-da köpeldilen torlarynyň punktlaryna berkidilýär. Şäherleriň ýa-da obalaryň topografiki kartasyny düzmekde belginiň koordinatasy şäher we oba ýerleri üçin mahsus, kabul edilen köpeldilen torda kesgitlenip bilner. Belgileriň koordinatlaryna esaslanyp, katalog düzülýär we onuň düşündiriş haty ýazylýar. Katalogyň düşündiriş ýazgysynda aşakdaky maglumatlar berilýär:

a) Belgileriň kesgitlenen çägene degişli gysgaça topografiki ýazgy, ýeriň çägininiň meýdany, planşetleriň nomanklaturasy, belgileriň tapylan aerosuratlary ýa-da fotoplanlaryň sany, geodeziki punktlaryň we belgileriň koordinatlaryny kesgitlemäge, ony ýerine ýetirmäge harçlanan wagty;

b) Çäkde öň ýerine ýetirlen topografiki we geodeziki işler (triangulýasiýa, poligonometriýa, plan almagyň torlary, plan punktlary we beýlekiler), olaryň taryhy, sypaty hem akyklygy;

c) Aerofotosurata almagyň maglumatlarynyň hiline syn;

d) Belginiň we geodeziki punktlaryň belgileniş sypaty;

ä) Belginiň koordinatlaryny kesgitlemegiň takyklygy;

e) Işi ýerine ýetiren kärhananyň ady, onuň gurlan hem barlanan wagty.

Aerosuratlarda planly belgilerden daşary, beýiklik bellikleriň bahalary hem kesgitlenilýär. Beýiklik belgileriniň ýerdäki ýagdaýy gazyklar ýa-da başga bellikler, aerosuratlarda bolsa gyzył tuş bilen 0,5 mm radiusly tegelek çyzylyp belgilenilýär. Aerosuratda triangulýasiýa we poligonometriýa punktlarynyň ýagdaýy gyzył tuşda(taraplary 1 sm deň bolan) üçburçluk çyzyp belgilenilýär.

Uçuş döwründe surata alanyndan soňra, netijeleri fototejribehana işleriniň esasynda aeronegatiwleri(aerofilmleri) alýarys. Olary galtaşdyrmak(kontaktly) ýa-da proyeksiýaly fotoneşirde işläniňden soňra ýer üstüniň fotosuratlaryny alýarys.

Häzirki wagtda topografiki kartalar köplenç, aerofotosurata almagyň maglumatlarynyň esasynda, kiçi masşably kartalary bolsa, kosmos fotosuratlarynyň esasynda taýýarlanylýar.

**Buýrujy gural**(interwalometr) AFA-ň işini dolandyryr. Kesgitlenen her bir wagt aralygyndan, gural fotoapparata toguň impulsyny berýär we işiň doly tapgyryny(sikilini) ýerine ýetirýär ýa-da onuň iň soňky döwrüni(etapyňy) geçirýär. Sekunddaky interwal aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$T = \frac{l(100\% - P\%) \cdot H}{100 \cdot W \cdot f}.$$

Bu ýerde  $l$  - aerosuratlaryň taraplarynyň ölçegleri, sm;  $H$  - surata almagyň beýikligi, m;  $W$  - uçaryň ýere otnositellikde, ýoldaky tizligi, m/sek;  $f$  - AFA fokus aralygy, mm.

Häzirki wagtda ýarym awtomatizasiýalaşdyrylan elektron ЭКП-2М guraly işlenilip taýýarlanyldy we ulanylýar. Ol berlen uzaboýuna gaplamany saklaýar.

Optiki nyşanyň ýaýlymynda uçaryň hereketi wagtynda suratlar süýşürilýär. Şol ýerde hem ýagtylyk güýjiniň esasynda, şekilleriň süýnmesiniň hereketi bilen deňagramlaşdyrylýar (deňleşdirilýär). Şu wagt hem gural berlen gaplama üçin interwaly ölçýär. Optiki nyşanalaýjy *AFA*-y oriýentirlemäge mümkinçilik berýär. Ýagny, ýerdäki ähli obýektleriň suratlarynyň ýaýlymyň ok meridianyna parallellikde gaýtalandyrylar.

**Aerofotogoýujy**(aerofotoustanowka) *AFA*-ny uçarda berkitmek üçin hyzmat edýär. Şol wagtyň özünde hem, aero-suratynyň tekizligini gorizonta ýagdaýa getirmek, oriýentir-lemek, wibrasiýany we gyşarmany aýyrmak maksady bilen hyzmat edýär. Ondan daşary, üç nokatly metal pružinli amortizatordan başga-da digristabilizirleýji aerogoýujylar giňden ulanylýar. Giroskopnyň we gidrowertikallaryň kömegi bilen bu gurluş awtomatiki ýagdaýynda 10' takyklykda gorizonta ýagdaýa getirilýär.

Radiogeodeziki ulgamlar fotografirlenilýän nokadyň geodeziki koordinatlaryny hasaplamak üçin hyzmat edýär. Önümçilikde uçarda **РДС** radiobeyiklik ölçýji ulanylýar. Onuň kömegi bilen uçardan, ýerdäki geodeziki punktlara çenli aralyk ölçenilýär. In uzyn aralykda, ýagny 350 km-de takyklyk 1.5-2 metr baha deňdir. Punktларыň arasyndaky aralyklar 700 km-e çenli ýetinjä kesişip bilýär. Geodeziki punktlarda esasy radiostansiýa ýerleşdirilen(in azyndan 3 sany), uçarda-esasy radiogeodeziki stansiýa oturdylyar. Gural fazaly geodeziki uzakölçeýjileriniň prinsipinde işleýär.

### **7.11. Howada surata almak üçin taslamany düzmek we ony hasaplamak**

Aerokosmos suratlary arkaly topografiki kartalary düzmegiň, ýokarda belleýşimiz ýaly: kombinirlenen we stereofototopografiki ýaly iki sany usuly bardyr. Haýsy hem bolsa, bir usuly saýlap almak hem-de surata almagyň taslamany düzmek, uçuşdaky önümçilik işleriniň talabyna laýyklykda geçirilýär.

Tehniki işlere we olaryň arasyndaky baglanyşyga laýyklykda, aerofotosurata almagy geçirmegiň tehniki taslamasy düzülýär, aerofotosurata almagyň masşaby kesgitlenilýär. *AFA*-yň görnüşi, faks aralygyna baglylykda alynýar. Ondan daşary surata almagy geçirmek maksady bilen, ýörite gurallar (stataskop, radiobeyiklik ölçýji we ş.m.) ulanylýar. Aerofotosurata almagyň senesiniň möhleti(kalendar wagty) we işleniljek sebitiniň ýagdaýy öwrenilýär.

Tehniki tasalama aşadaky esasy: berlen maglumatlar, obýektiň kartogrammasyny we kartada grafiki taslama, surata almagyň esasy elementlerini hasaplamak, düşündiriş ýazgysyny ýazmaklyk ýaly bölümleri özünde jemleýär. Onda, ykdysady görkezijileri görkezýän esasy resminamalar hasaplanylýar we oňa bolsa aşadaky görkezijiler: işleriň göwrümi, uçuşa wagtyň harçlanyşy, esasy materiallara bolan mätäçlik, aerofotosurata almak işleriniň şertnama boýunça bahasy(gymmaty) degişlidir. Taslama, işçi kartada düzülip, onuň masşaby şurata almagyň masşabyndan 3-5 esse kiçi bolmalydyr.

Surata almagyň obýektleri kartada surata almaly trapesiýalara we iň kiçi böleklerе paýlanylýar.  $1:1000$  we  $1:500$  masştably surata almak maksady bilen, bölekleriň ölçagleri  $1\text{ km}^2$ -den kiçi bolmaly dälđir.  $1:2000$  we  $1:5000$  masştably surata almagy üçin, meýdany kiçi masştably trapesiýanyň çäginde bolmalydyr. Iň kiçi surata almagynyň bölekleri boýunça araçäkleri, topografiki kartanyň trapesiýasynyň ramkasy boýunça geçmelidir. Şeýle hem, olar ýeke-täk surata almak böleklerine birleşdirilýär. Edil şonuň ýaly-da, olaryň orta tekizlikdäki beýiklik belgileriniň tapawudy, tekiz ýerlerde  $0.1 \times H$  we daglyk ýerler üçin  $0.2 \times H$  alynýar ( $H$  - surata almagyň böleginiň, uçuşyň orta tekizliginden beýikligi). Surata alynýan ýer böleklerе bölünenden soňra, ähli zerur bolan elementler hasaplanylýar. Hasaplamalaryň esasynda ýörite tablisa düzülýär, onda her bir bölege, onuň tertibi ýazylýar. Trapesiýanyň nomenklaturasy, bölegiň  $S_m$  meýdany, uzynlygy  $C$ , ini  $D$  ýazylýar. Kartadan, tablisanyň esasynda bölegiň beýiklik häsiýetleri  $H_{max}$ ,  $H_{min}$  ýazylýar. Şu bahalar boýunça orta tekizligiň beýikligi, aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{orta} = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$$

Bu ýerde  $H_{max}$  we  $H_{min}$  - bölekde maksimal we minimal beýiklikli nokatlaryň belgisi, metrde. Beýiklik häsiýetli nokatlaryň ählisi, her bir bölek boýunça ýörite surata almagyň trapesiýalaryna ýa-da kartogrammalaryna geçirilýär.

Orta tekizlikden iň uly beýgelme( $h$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanýar:

$$h = \frac{H_{max} - H_{min}}{2}$$

Bar bolan fotogrammetriki we stereofotogrammetriki gurallaryň ulanylyş koeffisiýantini saýlaýarys.  $K_t$  - düzülýän karta bilen aerosuratyň masştablarynyň gatnaşygy. Ol aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$K_t = \frac{1}{M_k} \div \frac{1}{m_{sur}} = \frac{m_{sur}}{M_k}$$

Düzülýän kartanyň masştabyny kesgitlemek bilen, aerofotosurata almagyň masştabynyň bahasyny tapmak mümkin. Adatça, masştabyň maýdalawjysyny aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$M_{sür} = M_k \cdot K_t$$

Aerofotosurata almagyň kesgitlenen maksadyna baglylykda aerofotoapparatyň fokus aralygy saýlanyp alynýar.

$$f' = \frac{h_{max} \cdot r_{orta} \cdot 100}{\delta \cdot M_k}$$

Fotoplany düzmek üçin niýetlenen aerofotosuraty almakda, aerosuratlaryň relýefe baglylykda ýoýulmasy minimal bolar ýaly, uzyn fokusly aerofotoapparatlar ulanylýar. Aerofotoapparatyň millimetrdäki fokus aralygynyň, takmynan bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

Bu yerde  $h_{max}$  - bölekde relýefiň beýgelmesiniň maksimal bahasy, m;  $d$  - düzülyän kartada sudurlaryň ýagdaýynyň ortaça ýalňyşlygy, mm;  $r_{orta}$  - aerosuratyň peýdaly meýdanynyň radiusynyň ortaça bahasy.

Fototransformirmek we fotoplany birleşdirmek (montažlamak) 5 sany beýiklik zolagyndan köp bolmazlyk şerti bilen alynýar. Fokus aralygyny ( $f$ ) gutarnykly ýagdaýynda tablisadan alýarys.

Stereofotogrammetriki gurallarynda, relýefiň suratlan-dyrylyşyny, ýeterlik derejede üpjün etmek maksady bilen, gysga fokusly (giň burçly) aerofotoapparatlaryny ulanmalydyr. Bu ýagdaýda, aerofotoapparatyň iň uly fokus aralygyny hasaplamak maksady bilen aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$f'' = \frac{1000 \cdot b \cdot h_{pes}}{3 \cdot m_{sur} \cdot m_{\Delta p}}.$$

Bu ýerde  $b$  - berlen aerosuratlarda uzaboýuna gaplamagyň ortaça bazisiniň uzynygy, mm;  $h_{pes}$  - saýlanyp alnan relýefiň kesişme beýikligi, metrde;  $m_{sur}$  - aerosuratlaryň masştabynyň maýdalawjysy;  $m_D$  - aerosuratlarda beýgelmani stereogurallar bilen hasaplamakda, ortaça ýalňyşlyk (guralyň takyklygy).

Relýefi suratlandyrmagyň ortaça ýalňyşlygy, kartada 1/3 relýefiň kesişme beýikliginden geçmeýär. Relýefiň ýazylan beýiklikli ýerlerini şekillendirmekde, fotoplanlary düzmek we relýefi surata almak maksady bilen iki aerofotoapparatly, iki sany aerofotosurata almagyny teswirlemek gerekdir.

Aerofotosurata almagyň masştabyny we aerofotoapparatyň fokus aralygyny hasaplardan soňra, suratyň orta tekizlikden beýikligini hasaplaýarys, ol aşakdaky formulanyň esasynda hasaplanylýar:

$$H = \frac{f \cdot m_{sur}}{1000}.$$

Soňra surata almagyň absolýut beýikligini(deňiz derejesinden beýikligini) hasaplaýarys. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$H_{abs} = H + H_{orta}.$$

Şeýle hem aerodromyň üstünden uçuş beýikligini aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$H_A = H_{abs} - H_A.$$

Bu ýerde  $H_A$  - aerodromyň beýikligi, metrde.

Aerofotosurata almagyň elementlerini hasaplamakda we teswirlemekde, olaryň bir-birini uzaboýuna gaplanmagy, laýyk (standart) 60 %-e deň diýip alýarlar. Emma keseligine gaplamakda elementler: ýer üstüniň relýefine, surata almagyň beýikligine, masştabyna baglylykda kesgitlenilýär.

Aerosuratlaryň keseligine gaplanmagyny, eger-de aerofotosurata almagyň masştaby 1:10000-den uly bolsa, onda aşakdaky formula arkaly kesgitlenilýär:

$$q\% = 40\% + 60 \cdot \frac{h}{H}$$

1:10000 - 1:25000 masştably surata almalarynda aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$q\% = 35\% + 65 \cdot \frac{h}{H}$$

1:25000 masştabdan kiçi bolan surata almagyny geçirmekde aşakdaky formula peýdalanylýar:

$$q\% = 30\% + 70 \cdot \frac{h}{H}.$$

Eger-de uzaboýuna gaplamagy( $P\%$ ) berlen bolsa, aerosuratyň bazisi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$b = \frac{l}{100} \cdot (100\% - P\%).$$

Bu ýerde  $l$  - aerosuratyň tarapyňyň uzynlygy, sm.

Surata almagyň howadaky bazisi( $B$ ) edil aerosuratyň bazisiniň surata almagynyň masştabynyň maýdalawjysyna köpeldilmegi ýaly hasaplanylýar:

$$B = b \cdot m_{sur}.$$

Berlen masştabda aerofotosurata almagyň marşrutlarynyň arasyndaky aralygyny aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$d_y = \frac{l}{100} \cdot (100 - q\%)$$

Emma marşrutlaryň arasyndaky aralygy hasaplamakda aşakdaky formulany ulanmak mümkin:

$$D_y = d_y \cdot m_{sur}$$

Aerosuratlaryň marşrutdaky sanyny ( $L$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$L = \frac{C}{B} + 3.$$

Bu ýerde  $C$  - marşrutyň ugry boýunça, bölegiň uzynlygy.

Marşrutyň uzynlygyny kilometrde,  $l$ -i bolsa santimetrde aňlatmak bilen aerosuratlaryň marşrutdaky sanyny ( $L$ ) aşakdaky formulanyň esasynda kesgitlenýär:

$$L = \frac{C \cdot 10^5}{l \cdot (100 - P\%) \cdot m_{sur}} + 3.$$

Üç sany aerosuraty marşrutyň araçäğinden geçer ýaly goşýarlar, ýagny şu ýagdaýda olaryň uzynlygy bir bazisden kiçi bolmaly däldir.

Marşrutlaryň sanyny ( $K$ )  $D$  inli bölek(uçastka) boýunça aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$K = \frac{D}{D_y} + 1$$

Bir marşrutly bölekleriň(uçastoryň) demirgazyk we günorta araçäklerini aerosuratlar bilen ýapmak maksady bilen goşýarlar.

$D$ -ni kilometrden  $l$  santimetre geçirmek için aşağıdaki formulany ulanýarys:

$$K = \frac{D \cdot 10^5}{l \cdot (100\% - q\%) \cdot m_{sur}} + 1$$

Surata almagyň bölekleri üçin, aerosuratlaryň sanyny  $N = L \cdot K$  formula boýunça hasaplamak bolar. Onuň üçin aerosuratyň peýdaly meýdanyny tapmak zerur. Ony fotografirlemegiň bazisini marşrutlaryň arasyndaky aralyga köpeltmek bilen hasaplamak bolar ( $S = D_y \cdot B$ ). Emma aerosuratlaryň sanyny  $S_{böl}$  bölek(uçastok) üçin aşağıdaki formulany ulanmak mümkindir:

$$S = \frac{S_{bol}}{S}.$$

bu ýagdaýda marşrutlaryň araçäklerini kesgitleýän(tapýan) aerosuratlaryň sany hasaba alynmaýar.

Surata alynýan bölegiň meýdany topografiki trapesiýanyň meýdany boýunça hasaplanylýar. Ony aşağıdaki formula görnüşinde ýazmak bolar:

$$S_{böl} = P_{trap} \cdot n_{trap}.$$

Bu ýerde  $P_{trap}$  - surata alynýan trapesiýanyň meýdany;  $n_{trap}$  - surata alynýan trapesiýalaryň sany.

Aerofotosurata almagyň elementleriniň kesgitlenişine aeroplýonkanyň pogonly metriniň sany hem degişlidir. Ol aşağıdaki ýaly hasaplanylýar:  $l_{pm} = 0.19 \cdot N$ . Bu ýerde  $0.19$  - kadryň ölçegi. Onuň hakyky ölçegi  $18$  santimetr bolup, kadrlaryň arasyndaky aralygy ( $1$  sm) metrde aňladyp almak bolar. Aeroplýonkanyň her bir  $4$  metrde tehnologiýa galyndy göz önünde tutulandyr. Bir galtekdäki aeroplýonkanyň uzynlygyny bilip ( $l_k$ ), gerek bolan galtekleriň sanyny bilmek bolar. Ony aşağıdaki formulanyň üsti bilen kesgitlemek mümkin:

$$n_k = \frac{l_{pm}}{l_k - 4};$$

Bu ýerde  $l_k$  - metrde aňladylan. Adaty aeroplýonkalaryň  $60$  metr ýa-da  $120$  metr kassetalary ulanylýar.

Radiobeyiklik ölçeyjiniň görkezmesini hasaba almak arkaly plýonkalaryň sanyny(M) kesgitlemekde aşağıdaki formulany ulanmak bolar(N-aerosuratlaryň sany):

$$l_{n.rb.} = 0,06 \cdot N.$$

Stataskopyň görkezmesini( $l_{n.st.}$ ) hasaba almak üçin, plýon-kanyň metrdäki uzynlygyny kesgitlemek maksady bilen surata almagyň wagty( $T_s$ , sagatda) we plýonkanyň çekiliş tizligini göz önünde tutýarys. Ol  $1,1$  metr/sek baha deň bolýar.

$$l_{n.st.} = 1,1 \cdot T_s.$$

Radiobeyiklik fotohasaba alnyş kassetasynda plýonkalaryň artykmaç uzynlygy, radiobeyiklik ölçeyjide- $20$  metr, stataskopda bolsa- $22$  metr baha deňdir.

Gerek bolan fotohimikatlaryň mukdaryny hasaplamak maksady bilen, fotoplýonkanyň  $1\text{ m}^2$ -lik ýa-da  $2\text{ m}^2$ -lik fotokagyzyň almak üçin  $1\text{ litr}$  ýüze çykaryjynyň (proýawiteliň) we  $1\text{ litr}$  berkidişiniň (fiksahyň) harçlanylýandygyny nazarda tutmak gerekdir.

$18 \times 18\text{ sm}^2$ -lyk fotosuratlaryň formatyny ýüze çykarmak üçin gerek bolan berkidişiniň litrdäki bahasyny ( $Q_{\text{ýüz}}$ ) aşakdaky formulalar boýunça hasaplaýarys:

$$\text{aeroplýonka üçin } Q_{\text{ýüz}} = 0,19 \cdot l_k \cdot n_k.$$

$$\text{kontaktly neşir üçin } Q_{\text{ýüz}} = 0,02 \cdot N_{fk}.$$

Surata alynýan bölekdäki işiň wagtyňy aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$T_s = \frac{L_s}{W};$$

Bu ýerde  $L_s = K \cdot (C + 3B)$  surata almagyň araçäginin üpjün etmek bilen marşrutyň uzynlygy görkezildi.

Uçuş we surata almagyň wagty bir - birinden tapawutlanýar. Uçuşyň wagty, surata almak wagtyndan daşary, uçastokdan surata alynýan ýere çenli aralykda uçmaklyk, aerofotosurata almak maksadyna sarp edilýän surata almaly ölçegleri, bölekden yzyna gaýdyp gelýän wagty, surata almagyň obýektini rekognossirowka etmegiň wagty we howanyň ýagdaýyny bahalamak wagty deňşlidir.

Ortaça bir günüň dowamynda surata almagyň dowamlylygy:  $3\text{ sagat } 58^\circ$ -lyk demirgazyk giňlikden günortarakda, tekiz sebitlerde;  $3000\text{ metre}$  çenli beýik daglyk sebitlerde  $-2\text{ sagat}$ ;  $3000\text{ metrden}$  beýik daglyk sebitler üçin  $1.5\text{ sagat}$  aralygynda bolmalydyr.

Surata almagyň her bir interwaly, barmaly ýere uçandan soňra, uçuşyň dowamynda kesgitlenilýär. Takmynan interwaly ( $T$ ) sekuntda aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$T = \frac{B}{W};$$

Bu ýerde  $W$  - uçaryň ýoldaky tizligi, m/s;  $B$  - surata almagyň bezisi, m.

Eger-de  $W$  - km/s aňladylýan bolsa, onda formula aşakdaky görnüşi alar:

$$T = 3,6 \cdot \frac{B}{W};$$

Uçaryň tizligini saklamagyň (wyderžkanyň) maksimal goýberilýän  $t$  ululygy, çyzykly süýşmäniň fotoplýonkada ( $\Delta f$ )  $0.05\text{ mm-den}$  geçmezlik şerti bilen alýarlar.

Çyzykly süýşmäniň ululygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\Delta f = \frac{f \cdot W \cdot \tau}{H};$$

$0.05\text{ mm-lik}$  maksimal saklanmada, aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$\tau_{mak} = \frac{\Delta f \cdot H}{f \cdot W};$$

Ýagny saklanyş(wyderžka) sanawjyda *1 drobly* birlik bilen aňladylýar, onda maýdalawjyny tapmak aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$\frac{1}{\tau_{max}} = \frac{f \cdot W}{\Delta f \cdot H \cdot 3,6};$$

Bu ýerde  $H$  - millimetrde, emma  $W$  km/sagatda alynýar.

## 7.12. Fototriangulýasiýa we fotopoligonometriýa

*Fototriangulýasiýa diýlende* ýerdäki kesgitlenen daýanç punktlaryna we suratdaky belgileriň tapylan plan koordinatlarynyň belli bolan nokatlara esaslanyp aerosuratlarda punktlary köpeltmeklige düşünilýär. Daýanç punktlaryny şeýle köpeltmegiň hil taýdan birnäçe usuly bardyr. Olardan: elektron hasaplaýyş maşynyny ulanyp ýerine ýetirilýän fazaly analitiki fototriangulýasiýa, uniwersal fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýän fototriangulýasiýa, grafiki fototriangulýasiýa ýalylary görkezmek mümkin.

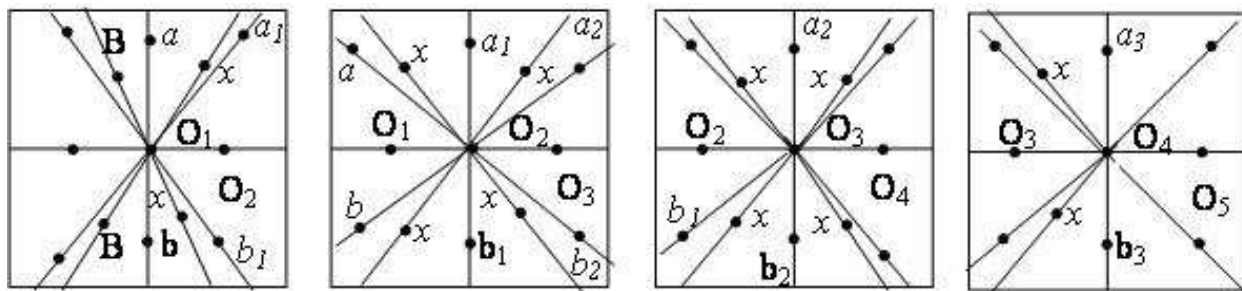
*Grafiki fototriangulýasiýa* aerosuratlarda grafiki usulda burçlary döretmekden durýar. Burçuň depesi hökmünde, aerosuratyň esasy *merkezi* we *nadir* nokady alynýar. Emma köplenç, esasy we merkeze ýakyn nokatlardan peýdalanylýar. Merkezi nokatda  $f_k/60$ -dan uly bolmadyk radiusly tegelegiň içinde ýerleşip, aerosuratda onuň ýagdaýyny takyk belgilemek mümkin. Meselem, aerofotoapparatyň fokus aralygy *190 mm* bolan aerosuratda merkezi nokatda ýerleşen tegelegiň radiusynyň uzynlygy takmynan *3,2 mm* barabar bolar.

Aerosuratda daýanç punktlaryny köpeltmekde aşakdaky işler geçirilýär:

- a) aerosuratlarda punktlaryň ýagdaýynyň tapylyşy we belgilenişi;
- b) merkezi ýörelgeleriň aňyrsy görünýän kagyzynda (woskosyndan) düzülüsi;
- c) fototriangulýasiýa torunyň geçirilişi;
- d) torda birmeňzeş masştabynyň geçirilmegi we derňelmegi hökmanydyr.

**Aerosuratlarda daýanç** punktlaryny belgilemekde, orny ýerde aňsatlyk bilen tapylýan nokatlary(aýry baglary, ekerançylyk we şular ýaly sudurlaryň burçlaryny, ýaplaryň, haýatlaryň ýollaryň kesişen nokatlaryny we ş.m.) almak bolar. Aerosuratlarda birnäçe daýanç punktlary we belgileri merkezi nokatda her bir surat boýunça, *transformirlenýän* we *baglaýjy* nokatlaryň belgilenip goýulmagy hökmanydyr. Merkezi nokady belgilemekde anyrsy görünýän kagyzyda, astrolan ýa-da başga materiallardan ýasalan paletka, aerosuratyň üstüne ýapylýar we paletkada aerosuratyň koordinata belgileri goýulýar, soňra bu belgilere çyzyklar bilen birleşdirip, esasy nokat tapylýar. Ondan soň merkezi esasy nokatlarda bolan  $f_k/60$  radiusly tegelek çyzylýar. Tegelegiň içinde ýerleşen sudurly nokat, suratyň merkezi hasaplanylýar. Aerosurata tuş bilen kiçi kwadrat çyzyp, merkezi nokat belgilenilýär. *Ýanma* - *ýan* ýerleşen aerosuratlarda hem merkezi nokatlar belgilenilýär. Aerosuratlar bir-biriniň boýuna 55 % - den köpräk gaplanandygyny

görkezme, merkezi nokadyň üç sany aerosuratda belgilenendigini bilmek bolýar. Her bir aerosuratda, merkezi nokatlary birleşdiriji çyzykda (7.11-nji surat)  $O_1O_2$ ,  $O_2O_3$ ,  $O_3O_4$  başlangyç ýörelge çyzyklary diýip atlandyrylýar.

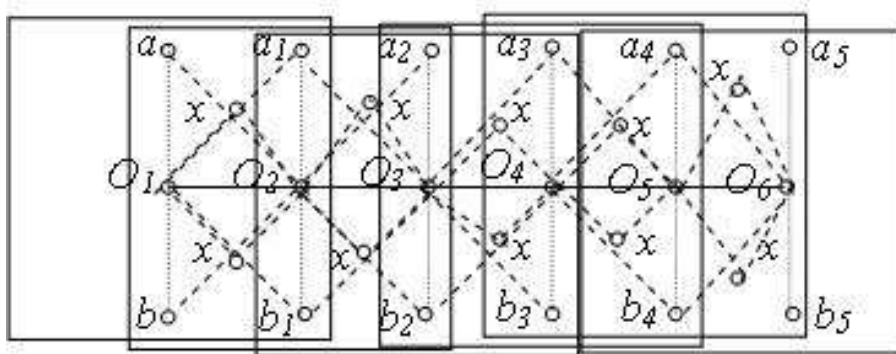


7.11-nji surat. Aerofotosuratlarda görkezilýän bellikler.

Baglaýjy nokatlar  $a$  we  $b$  suratyň gyrasyndan  $1$  santimetrlik içinde, eger-de mümkinçilik bolsa merkezi nokatdan uzagrakda alynýar. Baglaýjy nokatlar her bir marşrutda yzygiderlikde belgilenilýär, negatiw aerosuratlarda bolsa tegelege çyzyp belgilenip goýulýar.

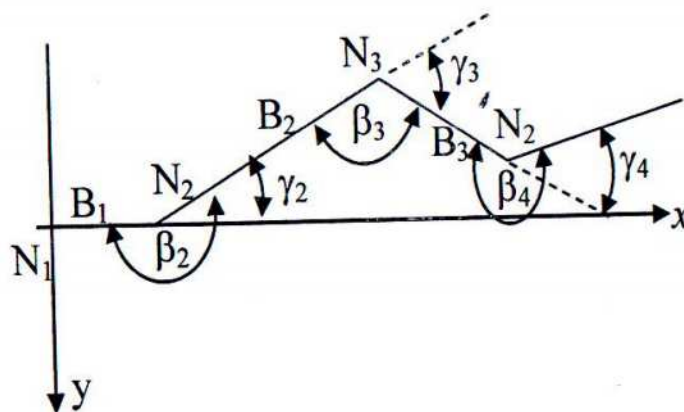
**Transformasiýalamak** bu, ýeriň çäginini aerosuratda bir görnüşli masştaba getirmek we fotoplany düzmek maksady bilen ulanylýar. Transformasiýalamak aerosuratyň bir-birini boýuna we keseligine gaplanýan ýerlerinde geçirilýär.

Ýeriň üstünde ýagdaýy kesgitlenýän punktlar we bellikler, aerosuratlarda tuş bilen üçburçluk görnüşinde çyzylýar. Olar fototriangulýasiýa toruny oriýentirlemek we bir görnüşli masştaba getirmek üçin gerek bolýar. Soňra, ýörelgäniň woskowkasy taýýarlanylýar. Munuň üçin her bir aeronegatiwiň aşagyna woskowka goýlup, birnäçe nokatlar oňa iňňe bilen deşilip düşürilýär we ady ýa-da tertibi ýazylýar. Merkezi nokatdan birnäçe nokatlara inçejik çyzyklar geçirilýär. Fototriangulýasiýa torunyň emele gelmegi üçin, montaj edilýän stoluň aýnasynyň üstüne birinji woskowka, onuň üstüne bolsa başlangyç çyzyk we ýörelgeler ( $O_1O_2$ , we  $O_2O_3$ ) bir-birine dogry geler ýaly edilip, ikinji woskowka goýulýar. Bu woskowkadaky  $O_1$  we  $O_2$  nokatlaryň aralygy birinji bazisi, aerosuratyň orta masştabyndan  $1-2$  sm uzynrak edilip alynýar. Soňra ol iki woskowkany üstme-üst edip, olardaky çyzyklaryň kesişen nokatlaryny  $a_1-i$  we  $b_1-i$  tapýarys. Üçünji woskowkanyň başlangyç çyzygyny  $O_2O_3$  çyzygyň üstüne dogry getirip edip goýýarys.  $O_3a_1$  çyzyklaryň ön belgilenen  $a_1$  we  $b_1$  nokatlaryň üstünden geçmegi hökmanydyr. Eger-de iş dogry ýerine ýetirilen bolsa, ýagny üçburçluk ýalňyşlygy ýolberilýän derejededen geçmese, üçünji woskowkany başlangyç çyzygyň boýuna özgerdip, üçburçlugyň ýalňyşlygyna laýyk gelýänça, baglaýjy nokatlara deň bolan düzedişler girizilýär. Soňraky woskowkalar hem şu görnüşde ýerleşdirilip, baglaýjy nokatlaryň ýagdaýy kesgitlenilýär. Birnäçe woskowkalar üstme-üst goýlup, bazisleri  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_4$  we başgalara deňleşdirilýän, dogry kesişdiriş usulynda transformasiýalanýan nokatlaryň ( $x$ ) ýagdaýy kesgitlenilýär (7.12-nji surat).



7.12-nji surat. Aerofotosuratlarda gönüburçly koordinatlaryň kesgitlenişi

Soňra, toruň nokatlaryny umumy woskowka göçürýärler. Netijede, bir *masştaba getirilmedik* we *oriýentirlenmedik* fototriangulýasiýa tory emele gelýär. Tory bir masştaba getirmek we oriýentirlemek, ýagny reduksiýalamak üçin toruň 2-3 sany belgileriniň bolmagy hökmanydyr. Fototriangulýasiýa toruny reduksiýalamakda *fotoreduktor* diýip atlandyrylýan *optiki - mehaniki* guralyndan peýdalanylýar. Soňky wagtlarda, şu maksady bilen **N. A. Popowyň** ýa-da **F. B. Drobysýewiň** fotoreduktorlary işledilýär.



7.13-nji surat. Aerosuratlardaky nokatlaryň tapylyş usuly.

Grafiki fototriangulýasiýa usuly tekiz we beýikli-pesli ýerlerde torlary emele getirmekde ulanylýar. Bu usulda emele gelen tor boýunça aralygy ölçemegiň takyklygy *1:400 - 1:600-e* çenli cäkde bolýar.

Fotopoligonometriýa usulynda tory emele getirmekde, aerosuratlar poligonometriýa ýoly bilen geçirilýär. Bu usulda her bir aerosurat nadir nokadynyň proyeksiýasy ýa-da esasy nokady fotopoligonometriýa ýörelgesiniň depeleri bolup, surata almagyň bazisleriniň gorizontall proyeksiýalary bolsa, poligonyň taraplary hasaplanylýar(7.13-njy surat). Birinji aerosuratyň nadir nokady( $N_A$ ) koordinatlaryň başlangyjy, birinji surata almagyň *bazisi*( $B_1$ ), ýörelgede *absissa*( $X$ ) oky, onuň sag tarapyna perpendikulýar ugrugan çyzyk, *ordinata*( $Y$ ) oky bolup hyzmat edýär.

Fotopoligonometriýa ýörelgesini geçirmezden öňürti, surata almagyň bazisleriniň uzynlyklary( $B_1, B_2, B_3, \dots$ ) we olaryň arasyndaky burçlar( $b_1, b_2, b_3, \dots$ ) stereokomperatoryň kömegi bilen ölçenilýär. Ölçenen bazisleriň bahalary bir görnüşli masştaba getirilýär. Surata almagyň beýikligi radiobeýiklik ölçýjiniň kömegi bilen kesgitlenilýär.

Stereokomperatoryň kömegi bilen iki gezek ölçenen bazis-lere( $B_x$  we  $B_y$ ) düzedişler girizilýär. Düzedişler aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenilýär.

$$\delta \cdot B_x = \frac{B_x^2 \cdot \tau_x}{f_k \cdot \rho}; \delta \cdot B_y = -\frac{B_y^2 \cdot \tau_y}{f_k \cdot \rho}.$$

Surata almagyň bazisi aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$B_i' = \frac{H_{yi}}{f_k \cdot H_{\zeta}} \cdot (B_{yi} + \delta \cdot B_{yi}); B_i'' = \frac{H_{yi}}{f_k \cdot H_s} \cdot (B_{yi} + \delta \cdot B_{yi}).$$

Bu ýerde  $H_s$ - sag suratlaryň surata alnyş beýikligi, metrde;  $H_{\zeta}$ - çep suratyň surata alnyş beýikligi, metrde;  $f_k$  - aerofotoapparatyň fokus aralygy, mm-de;  $B_{yi}$ -negatiwleriň (diapozitiwleriň) yzygiderli deformesiýasyny deňleýän koeffisiýent.

Surata almagyň bazisiniň ýakyn, takmynan netijesi hökmünde iki gezek kesgitlenen bahalaryň orta arifmetiki bahasy alynýar. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$B_i = \frac{1}{2} \cdot (B_i' + B_i'');$$

Haçan-da,  $\gamma_i$  - burç poligonyň taraplarynyň başlangyç ýörelgesine baglylykda, sag ýa-da çep tarapa öwürülen bolsa, onda ol ýönekeý diýip kabul edilýär. Surata almagyň bazisleriniň direksion burçlarynyň bahasy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$a_i = \alpha_0 + \sum \gamma.$$

Bu ýerde  $\alpha_0$  - başlangyç bazisiň direksion burçy, gradusda.

Koordinatlar artmalaryny we poligonyň depeleriniň koordinatlaryny aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$\Delta x_i = B_i \cdot \cos \alpha_i; \Delta y_i = B_i \cdot \sin \alpha_i;$$

$$X_i = X_{i+1} + \Delta x_i; Y_i = Y_{i+1} + \Delta y_i.$$

Fotopoligonometriýa ýörelgesi, burçuň depeleriniň hasaplanyp tapylan gönüburçly kooordinatlary boýunça, berlen masştabda planşete düşürilýär.

Aerosuratlar boýunça toruň punktlaryny köpeltmek maksady bilen ugurlaryň woskowkasy, fototriangulýasiýadaky ýaly düzülýär. Bu ýagdaýda aerosuratlardaky başlangyç ýörelgelerden peýdalanylýar. Ýörelgeleriň woskowkasy planşetiň üstüne goýlup, başlangyç ýörelgeler boýunça oriýentirlenilýär we şonuň bilen bir wagtda woskowka bilen planşetdäki fotopoligonometriki burçuň depeleriniň degişli punktlary bilen bir-birine dogurlanylýar. Planşetde ýagdaýy kesgitlenmegi gerek bolan nokatlar, degişli

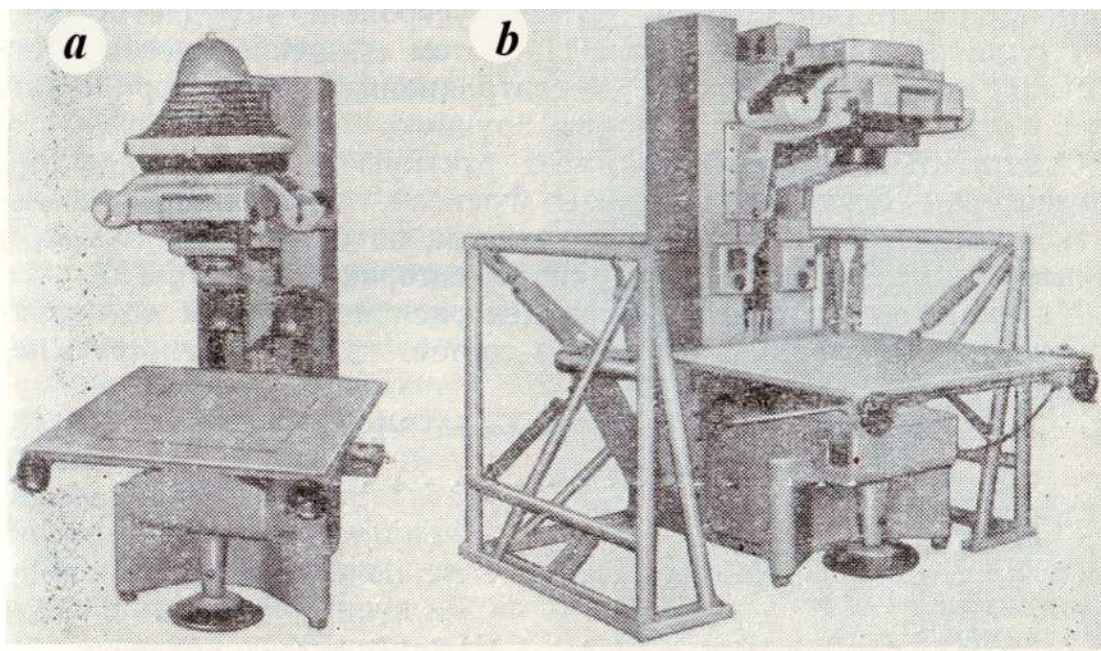
merkezi çyzyklary kesişdirip tapylýar. Bu nokatlar iňňe bilen deşilip planşete geçirilýär. Poligonometriýa usuly çylşyrymly relýefli ýerleriň aerosuratlarynda, daýanç punktlaryny emele getirmekde ulanylýar.

### 7.13. Fotoshema, fotoplan we aerosuratlary transformirmek

Ýeriň üstüni surata almakda, uçaryň beýikliginiň özgerip, aerofotoapparatyň optiki oky wertikal ýagdaýdan gyşarmagy we ýer üstüniň relýefiniň täsir etmegi netijesinde, aerosuratyň islendik nokadynda masştab birmeňzeşligini ýitirýär. Şonuň üçin aerosuratlar bir-birine üstme-üst goýlup göründe, sudurlar bir-birine dogry gelmeýär. Muňa garamazdan, ýeriň çägin ýüzleý derejede öwrenmek zerur bolanda, aerosuratlar bir-birine seplenilip (montaž edip) **fotoshema** taýýarlanylýar.

Ýer üstüniň takyk sudurly planyny düzmekde aerosuratlaryň bir görnüşli masştaba getirilmegine *transformirmek* diýilýär. Emma relýefiň täsiri netijesinde emele gelen ýalňyşlygy transformasiýalamak ýoly bilen bitinleý ýok edip bolmaýar, emma bu ýagdaýda ýalňyşlyk bir azrak kemelýär.

Aerosuratlaryň *grafiki, fotomehaniki, optiki-grafiki we grafiki - mehaniki* usullarynda transformirlenmegi mümkindir. Transformirmekde köplenç, fotomehaniki usul ulanylýar. Bu usula başgaça *optiki - mehaniki* usuly hem diýilýär.



7.14-nji surat. Kartografiýa önümçüliginde ulanylýan fototransformatorlar.

Aerosuratlary transformasiýalamak üçin her bir aerosuratda ýagdaýy tapylan *dört sany daýanç nokadynyň* bolmagy gerekdir. Aerosuratdaky daýanç

nokatlaryň koordinatlary, ýerde geodeziki ölçeg işlerini ýerine ýetirmegini netijesinde ýa-da fotogrammetriki usulynda kärhanada kesgitlenýär.

Fotomehaniki usulda aerosuratlary transformasiýa-laşdyrmakda *fototransforma-tor* diýlip atlandyrylýan gural ulanylýar. Fototransformator (7.14-njy surat) ýaýlymdan, ýagtylandyryjy gurluşdan, obýektiwden, aeronegatiw ornaşdyrılan galtekden (kasse-tadan) we dolandyryş panelinden ybarat.

Aerosuratlary fototransformator bilen bir masştaba getirmek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär (gural elektrikleşdirilen görnüşde ulanylýar):

1) Aeronegatiwi galtege ýerleşdirip, onuň emulsiýaly tarapyny aşak seretdirýäris, esasy nokat kassetanyň merkezine dogurlanylýar;

2) Kasseta fototransformatora ýerleşdirilende, desentrasiýa şkalasyndaky hasap nola dogry bolýança aýlandyryars. Soňra, obýektiwiň diafragmasy açylýar;

3) Transformatoryň ýaýlymy (ekrany) yapgytlyk burçunyň hasaply bölegi boýunça, gorizontaly ýagdaýa getirilýär we ony önünden taýýarlanylýp goýlan planşetde, ýaýlyma jebis degip durar ýaly ornaşdyrylýar;

4) Planşeti ýaýlymyň üstünde hereketlendirip, çep şturwalyny aýlandyryp masştaby özgerdýäris. Soňra, aeronegatiwiň merkezinden we daýanç nokatlaryndan biriniň teswiri planşetdäki şu nokatlaryň üstüne dogry getirilýär;

5) Üç sany daýanç nokadyň teswirini, olaryň planşetdäki ýagdaýyna dogurlamak ýoly bilen aeronegatiw bir masştaba getirilýär. Soňra, planşet ýaýlymdan alynýar, onuň ornuna fotokagyz goýulýar, oňa aeronegatiwiň teswiri düşürilip, transformasiýalaş-dyrylyp aerosurat emele getirilýär.

Relýefi teswirlemekde emele gelýän ýalňyşlyk, belgilenen çäkten uly bolsa, aerosurat zonalar usulynda transformasiýalanýar. Bu usulda aerosuratyň bir ýagdaýda teswirlenen nokatlarynyň ýerleşen bölegi zonalara bölünip, her bir zona aýratynlykda transformasiýalanýar. Onuň üçin aerosuratda, her bir zonanyň çäginde görkeziji gorizontallar çyzylan bolýar. Zonalaryň sany(n) aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$n = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2 \cdot h};$$

Bu ýerde  $H_{\max}$  we  $H_{\min}$  - aerosuratdaky iň uly we iň kiçi beýiklikli nokatlar, metrde;  $h$  - zonanyň beýgelmesi, metrde.

Zonanyň beýgelmesi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$2 \cdot h = \frac{2 \cdot \Delta h \cdot M \cdot f_k}{R};$$

Bu ýerde  $\Delta h$  - relýefiň täsirinde, kartada nokadyň ýagdaýynyň özgerişiniň çägi (0,5 millimetre deň);  $M$  - aerosuraty transformasiýalamagyň maýdalawjysy;  $R$  - aerosuratyň peýdalanylýan böleginiň radiusy, metrde.

**1-nji mysal.** Eger-de,  $H_{\max}=558,01 \text{ m}$ ;  $H_{\min}=441,00 \text{ m}$ ;  $M=10000$  we  $f_k=200 \text{ mm}$  diýeliň, onda zonanyň beýgelmesi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$2 \cdot h = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10000 \cdot 200}{50} = 40000 \text{ mm} = 40 \text{ m}.$$

Şu ýagdaýda zonanyň sany aşakdaky baha deň bolar:

$$n = \frac{558,01 - 441,00}{40} = 3.$$

440-480 m beýiklikli gorizontallar 1-nji zonada, 480-520 m beýiklikli 2-nji zonada, 520-560 m beýiklikli gorizontallar 3-nji zonada ýerleşýär. 1-nji zona üçin transformasiýalanýan tekizligiň ortaça beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_1 = \frac{558 + 480}{2} = 519 \text{ m.}$$

2-nji zona üçin  $H_2 = 500 \text{ m}$ , 3-nji zona üçin bolsa  $H_3 = 540 \text{ m}$  bolýar.

**Fotoplany almak** üçin bir görnüşli masştaba getirilen aerosuratlaryň üstme-üst goýlup seplenmegi(montaž edilmegi) gerekdir. Bu maksatda, ak kagyz ýelmenen alýuminiý materialyna ýa-da foner tagtasyna trapesiýanyň ramkasy(çarçuwasy) we koordinata tory çyzylýar. Çarçuwanyň burçlary we daýanç nokatlary ölçenen koordinatlary boýunça kagyza geçirilýär. Transformasiýаланан aerosuratlarda daýanç punktlaryň ýagdaýy tegelek şekiline meňzeş alynýar. Aerosuratlary marşrut boýunça seplemekde, suratdaky we planşetdäki daýanç punktlaryny bir-birine dogrulamakdaky ýalňyşlyk 0,5 mm-den geçmeli däldir. Iki aerosuratdaky standart meňzeş sudurlaryň bir-birine gabat gelenligini kesgitlep, aerosuratlary üsti-üstüne gaplanan çyzygyndan skalpel (ýörite pyçak) bilen kesilip, olaryň merkezi bölegi planşete ýelmeşdirilýär (seplenilýär). Beýleki aerosuratlar hem şular ýaly görnüşde planşete ýelmeşdirilip (montaž edilip) *fotoplan* alynýar. Fotoplanda daýanç punktlarynyň we birmeňzeş sudurlaryň bir-birine dogry gelýänligi barlanyp görülýär.

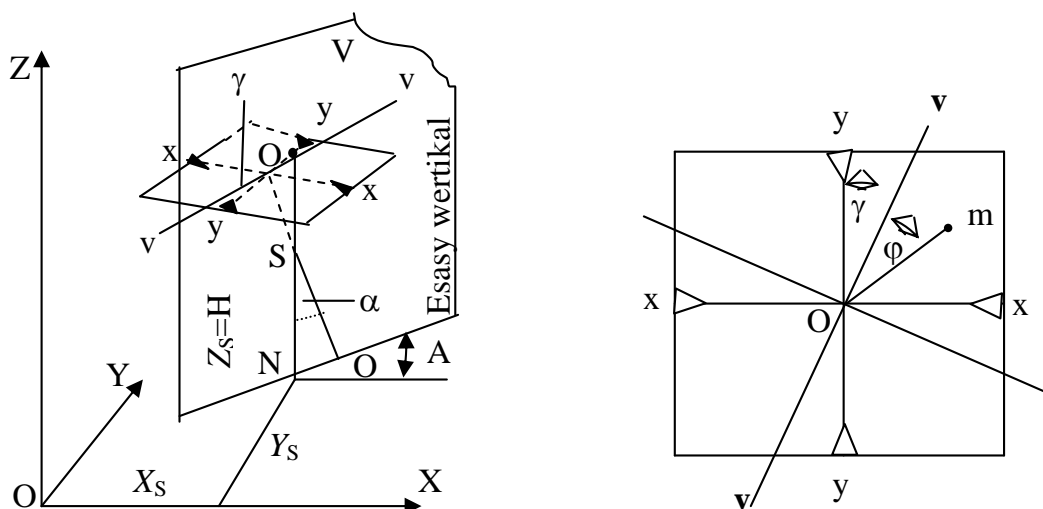
#### 7.14. Aerosuratyň oriýentirleniş elementleri

Aerosuratyň ýere baglylykda ýerleşmegini (duran ýerini) görkezýän ululyklar esasy ugurlary kesgitlemekde gerek bolýar. Bu ululyklara *oriýentirleniş elementleri* diýilýär(7.15-nji surat). Aerosuratyň içki we daşky oriýentirleniş elementleri bardyr. Içki oriýentirleniş elementleri aerosuratyň tekizliginiň proyeksiýanyň merkezine baglylykda tutýan ornuny görkezýän ululyklardyr. Ýagny, aerosuratyň esasy nokady we aerofotoapparatyň faks(OS) aralygy, aerofotoapparatyň pasportynda berlen bolýar. Häzirki wagtda aerofotoapparatyň fokus aralygy ýer üstüni surata almak wagtynda, her bir surata awtomatiki ýagdaýynda ýazylýar.

Aerosuratyň esasy nokadyny kesgitlemek üçin surata düşen koordinata torunyň belgilerini (xx we yy oklarynyň ýerleşmegi), göni çyzyklar bilen birleşdirmek gerekdir. Şu çyzyklaryň kesişen ýeri esasy nokat bolýar. Bu nokada koordinatlaryň esasy nokady diýilýär. Emma XX we YY çyzyklaryny bolsa *koordinata oklary* diýip kabul edip, aerosuratdaky her bir nokadyň rekiz *gönüburçly koordinatlaryny* kesgitlemek bolar.

Daşky oriýentirleniş elementleri X, Y, Z - aerofotoapparatyň obýektiwiniň surata almak wagtyndaky koordinatlary(Z-surata almagyň beýikligi, ol *H-a* deňdir); a - surata almak wagtynda aerofotoapparatyň optiki okunyň wertikaldan

gyşarma burçy;  $g$  - aerosuratyň esasy nokadynyň( $O$ ) töwereginde aýlanyş burçy;  
 $a$  - absissa oky( $X$ ) bilen esasy şöhle( $ON$ ) ýönelişiniň proyeksiýasynyň esasy burçy.



7.15-nji Aerosurlaryň oriýentirleniş elementleri.

Daşky oriýentirleniş elementleri ýeriň üstüni surata almakda ýa-da ýerdäki geodeziki daýanç torunyň punktlaryndan peýdalanyň, fotogrammetriki ölçeg işleri ýerine ýetirilýän wagtynda kesgitlenilýär.

### 7.15. Aerosurlary deşifirlemek

Topografiki kartalary düzmekde aerofotosuratda ýer üstüniň obýektleri kesgitlenilip, olaryň deňişli şertli belgileri bilen belgilenmek hadysasyna *topografiki deşifirlenmegi* diýilýär.

Kartany okamak üçin ukybyň we tejribäniň gerek bolşy ýaly, aerosurlary okamakda hem şeýle ukybyň we tejribäniň bolmagy hökmanydyr. Topografiki karta bilen aerosuraty bir-biriniň üstüne goýanyňda göze üýtgeşik görünýär. Kartada ýerdäki esasy sudurlar görkezilýär, aerosuratda bolsa ýerdäki sudurlaryň ählisi düşen şekilde bolýar. Topografiki karta düzülende, ýerdäki bihasap sudurlaryň iň möhümlerini tanap, umumylaşdyryp görkezýärler. Aerosuratdan peýdalanyň gören ynsanyň, onda teswirlenen köp sanly sudurlaryň arasyndan, özüne gereğini tanap bilmegi we umulaşdyrmagy gerekdir. Aerosuratda ýer üstüniň doly teswirlenişi, bir tarapdan ony okamagy kynlaşdyrýar, ikinji bir tarapdan bolsa, ony ylymda we halk hojalygynyň dürli pudaklarynda giňden peýdalanmaga mümkinçilik döredýär.

Kartada ýer üstüniň sudurlary dürli görnüşindäki şertli belgiler bilen teswirlenilmegi, ony okamagy aňsatlaşdyrýar. Aerosuratda bolsa, bir sudur birnäçe gönüşinde teswirlenilýär. Bu ýagdaý aerosuraty okamagy biraz kynlaşdyrýar. Topografiki kartasynda ýol we kilometr görkezijileri, howly, köpri we şular ýaly elementler masştabdan daşary şertli belgileri bilen görkezilýär. Bulardan başga-da aerosurlardan ýer üstüniň sudurlarynyň gürlügi, nokadyň absolýut beýikligi we ş.m. dogrusyndaky maglumatlary almak bolmaýar.

Sudurlaryň, uçardan aerosurata alnyş sypaty aerosuraty okamakda möhüm ähmiýete eýedir. Ol aerofotoapparatlaryň häsi-ýetlerine, aerofotomateriallara, aeropliýonka we aerofotokagyza, surata alnyşyň şertine(aerosuratyň ýylyň haýsy paslynda, günün haýsy wagtynda, nähili howa şertlerinde alandygyna), fototejribehanada aerosuratlaryň gaýtadan işleniş sypatyna we ş.m. baglydyr.

Hususy şertli belgileriň tablisasy, topografiki kartany okamagy ýeňilleşdirýär. Emma aerosuratlar üçin tablisalar düzülmeýär.

Aerosuratyň üstünde işläp, ony ýeriň üsti bilen deňeşdirip gören adam tejribeli işläp, ony okap biler.

Goýlan maksada seredip, deşifrirmek topografiki we hususy ýaly görnüşlere bölünýär. Topografiki kartalary düzmeklik üçin aerosuratda ýer üstüniň sudurlaryny kesgitläp, dürli şertli belgiler bilen görkezip goýulsa, onda *topografiki deşifrilemegi* alyp boljak. Aerosuraty ýeriň geologiki, geomorfologiki, geografiki, geobotaniki, harby we ş.m. kartalary düzmek maksady bilen geçirilýän deşifrilenmegine - *hususy* diýilýär. Bu ýagdaýda hem, ýer üstüniň topografiki elementlerini kesgitlemek maksada laýyk gelýär. Çünki, ýerdäki dürli obýektler we hadysalar topografiki elementleriň kömegi bilen dogry düşürilýär we tapylýar.

Aerosuratlary deşifrirmek işi, ýerde ýa-da kameral şertlerinde ýerine ýetirilýär. Kameral deşifrilemegi geçirilýän wagtynda, aerosuratdaky teswirler ýerdäki sudurlara deňeşdirilip, şertli belgiler bilen görkezilýär. Aerosuraty kameral şertinde deşifrirmek üçin ýerde tanalan iň aýdyň elementler, aerosuratlarda tanalyp bilner, olardan *albom-etalonlary* düzülýär. Albomda her bir aerosurat iki nusgada berilýär. Olaryň biri deşifrilenen, beýlekisi bolsa hakyky alnan fotografiki teswirinden ybarat. Aerosuratlary kameral şertlerinde deşifrilemekde şu albomlardan peýdalanylýar.

Aerosuratlary deşifrilemekde olardaky sudurlaryň görnüşinden, şekiliň ölçeginden, onuň ugrunyň we kölegesiniň teswirlenişinden şeýle-de beýleki şertlerden peýdalanylýar. Aerosuratda obýektleriň kölegesine seredip, onuň uly-kiçiligini bilmek bolar. Şuhili ýaly fotografiki teswiriň görnüşi hem aerosuratdaky sudurlaryň kölegesini bilmäge kömek berýär. Ýerdäki sudurlar özüne düşen ýörelgeli syzgyr gatlak, bir tekizlikde seretmeýär. Meselem, sudur ýörelge şöhesini näçe köp geçirse ýa-da suduryň yzy näçe tekiz bolsa, ol aerosuratda sonça açyk görnüşinde teswirlenilýär. Aşakdaky suratlaryň aerosuratdaky esasy hususyýetlerine seredip geçeliň:

1. Ilatly punktlar beýleki sudurlardan jaýlaryň, binalaryň köplügi bilen tapawutlanýar. Jaýlar, binalar aerosurata dürli ululykdaky dörtburçluk, kwadrat görnüşinde düşýär. Şäherleriň we şäherçeleriň uly masştably topografiki kartalaryny we planlaryny düzmekde *fotoplan* ýerde deşifrilenilýär. *1:5000* masştably plany almak maksady bilen duran ýerler, jemgyýetçilik binalarynyň ählisi, olaryň kuwwatlylygynyň möçberi hem-de nähili materiallardan gurlanlygy görkezilýär. *1:2000* masştably plany almakda, ýokarda bellenenlerden daşgary, her bir jaýyň adam ýaşaýan we ýaşamaýan bölegi görkezilýär. Şahsy mellek ýerleriniň araçäkleri, içindäki baglar we ş.m. bilen teswirlenilýär. Deşifrilemek wagtynda jaýlaryň, binalaryň ölçegleri kesgittenilip, hususy žurnalda hasaba

alynýar. Şäher we şäherçeleriň fotoplanyny deşifrilemekde sudurlaryň teswirindäki ýalňyşlyk *0,3 mm-den* uly bolmazlygy hökmanydyr. Deşifrilemegiň netijesi ýerde barlanyp görülýär;

2. Aerosuratlarda ýollary bir-birinden tapawutlandyrmak aňsatdyr. Demir ýollar aerosuratda uly radiusly küljümek reňkli çyzyklar görnüşinde düşýär. Ýaz pasly alnan aerosuratlarda şösseleriň teswiri gyalary gara çyzyk geçen zolaklara meňzeýär. Şosseniniň gyrasyndaky ýaplar has aýdyň we oňat bildirýär. Ýollaryň beýleki görnüşleri giňişlikde egrem-bugram ak zolaklaryň görnüşinde teswirlenilýär;

3. Ekerançylyk ýerleri geometriki görnüşi bilen beýleki sudurlardan tapawutlanýar. Adatça, şüdgär ýerler aerosuratda ak reňkde, çemenzarlyk (boz ýerler) bolsa açyk kül reňkde düşýär. Çöl sebitleriniň aerosuratlaryny deşifrilemekde guýularyň barlygyny, ýoluň derýa ýa-da ýap bilen kesişen ýerlerinde köprüleriň barlygyny bilmek mümkin;

Aerosurata düşen ösümlik örtüginde deşifrilemegiň netijesinde, ýer üstüniň topragyny we relýefini bilmek bolar. Aerosuratda batgalyklary çemenzarlykdan tapawutlandyrmak maksady bilen, ýer üstüniň relýefini we gidrografiýasyny göz önünde tutmak ýeterlidir.

Aerosuratlary otag şertlerinde deşifrilemekde, ýönekeý lupa, monokulýarly lupalar, dürli görnüşindäki stereoskoplar, stereogözäýnekleri, topografiki stereometri we başga fotogrammetriki gurallaryndan peýdalanmak bolar. Lupalaryň adaty *4-5 esse* ulaldyş derejesi bolanlary ulanylýar. Monokulýarly lupalarynyň, stereoskoplarynyň, stereogözäýnekleriniň we stereometrleriniň kömegi bilen aerosuratlary teswirlenen ýer üstüniň *fazaly modeli* döredilýär.

Obýektleri aerosuratlarda dogry tanamak maksady bilen, *gönüden-göni* we *gytaklaýyn* deşifrilemek usullary ulanylýar. Gönüden-göni deşifrilemäge obýektiň şekili we ölçegleri, suratlandyrmagyň düzümi we reňki, şekillendirilen obýektleriň kölegeleri degişlidir. Deşifrilemegiň gytaklaýyn usuly obýektleriň köp görnüşli özara arabaglanyşygyna esaslanýlar. Bu obýektler aerosuratlarda bölekleyin bellenilip hasaplanylýar.

Topografiki deşifrilemegi ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak maksady bilen geçirilýär. Harby deşifrilemegi duşmanyň we harby maglumatlaryny almak söweş hereketi wagtynda ýa-da oňa taýýarlyk ýagdaýynda ýeriň üstüni öwrenmek üçin geçirilýär. Aerofotosuratlaryň kömegi bilen nyşanalaryň ýerleşen ýerleri, aýratyn hem ýadroly söweş serişdeleriniň hem-de garşydaşyň alyp barýan edýän işleriniň häsiýetlerini görmek bolar.

Topografiki we harby deşifrilemegi bir-biri bilen arabaglanyşyklydyr, ýagny goşunyň söweş tertipleri, adatça ýeriň üstüniň häsiýetlerini hasaba almak arkaly ýerleşýärler. Gerek bolan ýagdaýynda, aerosuratlar boýunça obýektleriň koordinatlaryny hem kesgitleýärler.

Aerofotosuratlary meýdan deşifrilemekde, gözegçi gönüden-göni ýeriň üstünde bolmak bilen obýektleriň fotoşekilini, ýagny fotoşekili ýeriň üsti bilen deňeşdirýär we aerofotosuratlarda tanalan obýektleri degişli şertli belgileri bilen belgilenýär.

Deşifrilemegiň dolulygy we anyklygy, fotoşekilleriň masşabyna we hiline baglydyr. Masşab näçe uly bolsa, şonça-da şekiller takyk ýerleşýärler, ýer üstüniň topografiki elenementlerini we beýleki obýektlerini doly we takyk aerofotosuratlarda ýüze çykarmak bolar.

Tejribelerden belli bolşy ýaly, aerofotosuratlardaky obýektleriň ölçegleri  $0.3-0.4 \text{ mm}$  bahalardan kiçi bolmadyk halatynda tapawutlandyrmak mümkin. Haýsy hem bolsa foroşekildäki  $0.3 \text{ mm}$ -den kiçi bolmadyk çyzykly obýekti tapmak bolar. Şular hem, surata almagyň masşabyny saýlamakda peýdalanylýar.

Mysal hökmünde, ýeriň üstündäki çyzykly obýektiň uzynlygynyň  $3 \text{ m}$  we ondan uly bolan ýagdaýynda, aerofotosuratlaryň masşabynyň näçe bolmalydygyny hasaplalyň.

$$L=l \cdot m$$

Meselem,  $L=3 \text{ metr}$ , emma  $l=0.3 \text{ mm}$  bolsa, onda

$$m = \frac{L}{l} = \frac{3\text{m}}{0.3\text{mm}} = \frac{3000}{0.3} = 10000.$$

ädim, şular ýaly  $l = 0.4 \text{ mm}$  bolanda masşaby hasaplaýarys.

$$m = \frac{3\text{m}}{0.4\text{mm}} = \frac{3000}{0.4} = 7500.$$

Şonuň bilen birlikde, obýektleri aerofotosuratlarda tapawutlandyrmak üçin (eger-de, hakyky uzynlygy  $3 \text{ metr}$  bolsa), onda aerofotosuratlaryň masşablaryny  $1:7500 - 1:10000$  aralyklarda almak zerur.

## 7.16. Ýer üstüniň relýefini fotoplada suratlandyrmak

Fotoplada ýer üstüniň relýefini suratlandyrmak üçin *tekiz ýerler* geometriki niwelirlemegini we *beýikli - peslikli* ýerlerde trigonometriki niwelirlemegini geçirip, beýiklik torlary döredilýär we olaryň beýiklikleri fotoplana düşürilýär. Soňra, her bir daýanç punktyna menzula, relýefiň häsiýetli nokatlaryna yzygiderlikde menzula tagtalary ornaşdyrylýar. Plany almakda, *KH* tipdäki kipregeli işledilse, ýapgytlyk burçy şu kiperegel bilen ölçenilýär, aralyk bolsa fotopladan ölçenilip alynýar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we beýiklikleri kesgitlenende piketleriň üstünde menzula reýkasy goýulýar. Nokadyň beýgelmesini, *KH* kipregeli bilen kesgitleände, görüş turbanyň nomogrammasyndan we menzula reýkasyndan peýdalanmak mümkin. Beýgelmäni kesgitlemekde piketlerde ornaşdyrylan menzula reýkasyndaky guralyň beýikligine deň bolan bellige görüş turbasynyň sapakly torunyň gorizontallyny seretdirmek zerur.

Fotoplada relýef gorizontallar bilen görkezilýär. Planda obýektler şertli belgileri bilen suratlandyrylýar. Plana düşmedik obýektleriň (kilometr we ýol görkezijileri, elektrik we telefon çyzyklary, köpri, guýy we beýlekiler) ýagdaýy, guralyň kömegi bilen kesgitlenilip, fotoplana düşürilýär. Fotoplana ilat ýaşayş punktлары we beýleki obýektler öz atlary bilen ýazylýar. Fotoplada relýefi şekillendirmekde, menzula bilen plany almakdaky talaplar göz önünde tutulýar.

Her bir planşet üçin beýiklikler we sudurlar kalkasy düzülýär. Olara birnäçe daýanç punktlary düşürilýär we her biriniň tertibi, beýikligi ýazylýar. Fotoplan surata alynýan ýeriň özünde tuş bilen çyzylýar. Birnäçe obýektler kabul edilen şertli belgiler bilen tapawutlandyrylýar. Fotoplany barlap, tapylan kemçilikler şol ýeriň özünde düzedilýär.

Ýer üstüniň relýefini we sudurlaryny plana almakda işledilýän kombinasiýalaşdyrylan usulyň, menzula bilen plan almak usullaryndan tapawudy, ýerdäki sudurlaryň guralyň kömegi bilen ölçenilip kagyza düşürilmegidir. Bu ýagdaýda, fotoplandaky sudurlar şertli belgiler bilen görkezilýär. Şu usulda plan tiz alynýar we arzan düşýär, wagty sarp etmek bolsa, takmynan iki esse diýen ýaly kemelýär. Kombinirlenen usul, aýratyn hem tekiz ýeriň çäginin uly  $1:10000$ ,  $1:50000$  we  $1:200000$  masştably topografiki kartalaryny düzmekde ulanylýar. Häzirki wagtda topografiki kartalary aýratyn stereotopografiki usulynda düzýärler.

### 7.17. Stereofototopografiki plan almak

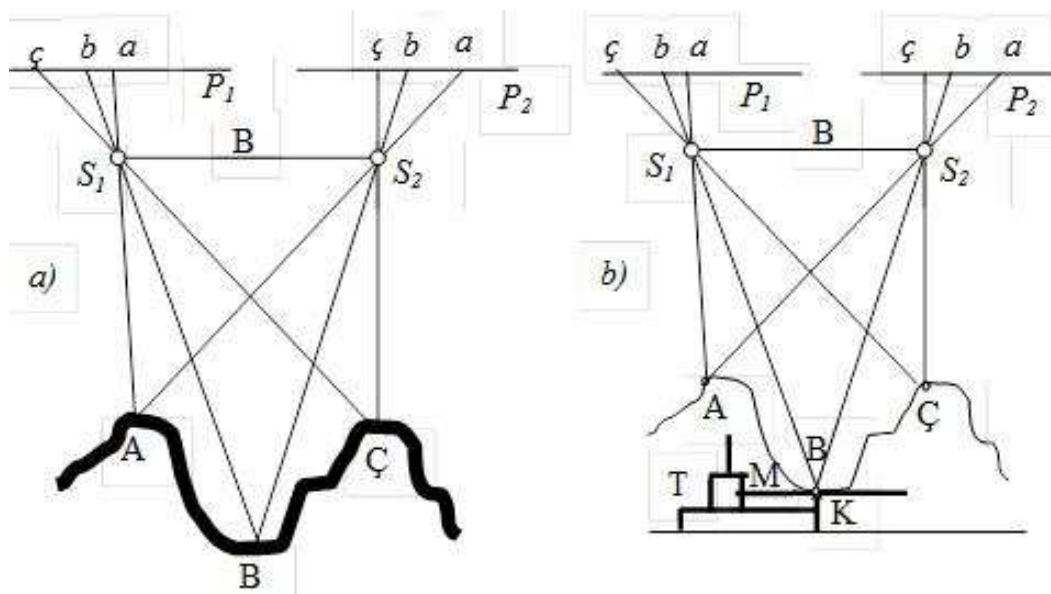
Stereofototopografiki plany almak diýlende, bir-birini belli bir derejede üstme-üst gaplap durýan goşa aerosuratlaryň kömegi bilen ýer üstüniň optiki(stereo) modeliniň emele gelişine we stereomodelde hususy fotogrammetriki gurallar bilen ölçeg işlerini geçirip, topografiki kartany düzmeklige düşünilýär. Stereofotogrammetriki usuly kombinirlenen usulyň kämilleşdirilen görnüşidir. Bu usulda hem ýeriň üsti uçardan surata alynýar. Emma aerosuratlary sudurly plana öwürmek we relýefi gorizontallar bilen teswirlemek, kameral(otagly) şertlerinde, ýagny topografiki karta düzülýän kärhanada, hususy fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Ýerde bolsa birnäçe nokadyň ýagdaýy we beýgelmesi kesgitlenilýär. Sudurlar kombinirlenen usulyndaky ýaly, şol ýeriň özünde ýazylýar. Aerosuraty kameral ýagdaýynda sudurlary plana öwürmeklik we relýefi çyzmaklyk, topografiki kartany düzmekligi biraz tizleşdirýär hem-de ykdysady taýdan arzanlaşdyrýar.

Stereofototopografiki usulynda, her bir çägiň topografiki kartasyny uniwersal we differensial usullarynda düzmek mümkin. Differensial usulynda birnäçe fotogrammetriki gurallar ulanylýar we olaryň her biri belli hadysany ýerine ýetirýär. Meselem, aerosuratlarda daýanç punktlaryny köpeltmek maksady bilen, stereokomperatordan plany almagyň torlarynyň punktlaryny köpeltmek we relýefi gorizontallar bilen teswirlemek üçin stereometrden, aerosuratlardan sudury we relýefi plana geçirmek üçin **proýektordan** ýa-da **fototransformatoryndan** peýdalanylýar.

Uniwersal stereotopografiki usulynda topografiki kartany düzmekde, aerosuratlary içki we daşky elementleri boýunça oriýentirlemek, planşetde relýef we sudurlary teswirlemek üçin hususy **stereoplanigraf**, **stereoawtograf** we başgalar ulanylýar.

Sudurlary stereofotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen plana düşürmekde, aerosuratlara esaslanyp, stereofotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen ýeriň stereomodeli alynýar. Munuň üçin belli bazisiň( $B$ ) depelerinde durup,

alnan goşa aerosurat gerek bolýar. Meselem, *A-da* ýeriniň üstünde( $ABÇ$ ) uzynlygy *B-e* deň bolan bazisiň depelerinden surata alnyp, goşa aerosuratlar( $P_1$  we  $P_2$ ) alnan (7.16-nji surat). Bu goşa aerosuratyň fokus aralygy aerofotoapparatyň fokus aralygyna deňdir.



7.16-njy surat. Stereofototopografiki effýekti almak.

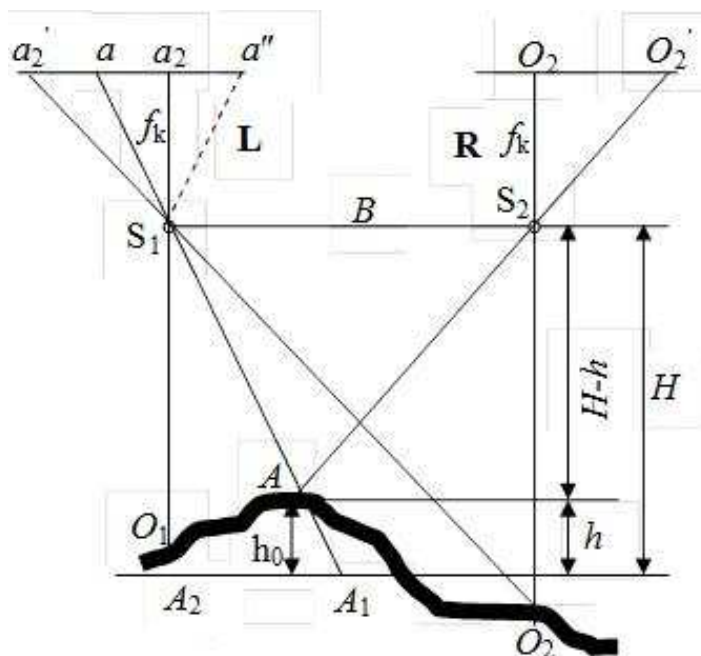
Surata almak wagtynda aerofotoapparatyň oky nähili duran bolsa, iki sany teswirleýji kameralar( $S_1$  we  $S_2$ ) hem şu ýagdaýda ýerleşdirilýär, ýagny goşa kameralarda ýerleşdirilen diýip kabul edeliň. Eger-de kamera ýöredilse olardaky aerosurat belli nokatlardan aşakda, ugrukdyryjy şöhleler kameranyň obýektiwinden geçip özara kesişýär, netijede ýer üstüniň optiki(stereo) modeli alynýar. Stereomodeliň masştaby, proyeksiýalaryň merkezleriniň aralygyna baglydyr. Stereomodelde ölçeg işlerini geçirmek üçin teswirleýji kameralaryň aşagynda ýaýlym( $E$ ) ornaşdyrylýar. Ýaýlymyň ýokarsynda hususy ölçeg markasy( $M$ ) bolan kömekçi gural( $T$ ) ornaşdyrylýar. Kömekçi guralyň markasyny stereomodeliň aýry nokadyna dogurlanda, galamly nokadyň ortogonal proyeksiýasyny ýaýlymyň üstüne goýlan planşetde ýa-da kagyza çyzýar. Şeýle marka, stereomodeldäki aýry suduryň boýuna ýöredilende hem şu suduryň ortogonal proyeksiýasy kagyza çyzylýar. Netijede, planda suduryň masştabynda kiçeldilen teswir emele gelýär. *Multipleks* we *goşa proyektorly fotogrammetriki* gurallarda geçirilen shemada bolýar. *Stereoplanigraf*, *sterografy* hem degerli shemada düzmek bolýar.

### 7.18. Relýefi stereofototopografiki usulynda plana almaklyk

Ýer üstüniň stereomodelini emele getirmekde we aerosuratlardaky sudurlary kagyza çyzmakda, nähili gurallar işledilýän bolsa, relýefi gorizontallar bilen teswirlemekde hem şolardan peýdalanylýar. Eger-de ýaýlymyň üstüne ornaşdyrylan ölçeg guralynyň markasyny belli beýgelmä göterip goýup, guraly

stereomodel boýunça ýöretsek, guralyň galamy belli beýgelmede gorizontaly çyzýar. Soňra, marka ýene-de beýgelmä görterilip ikinji gorizonta çyzylýar. Ýaýlymyň üstüne kagyzy goýup, şu ýagdaýda birnäçe gorizontallary geçirmek bolar.

Häzirki wagtda ähli taraplaýyn (uniwersal) usulda topografiki kartany düzmekde *Ramanowski*niň stereoproýektory, *Drobysýewi*niň stereografy, *multipleks* we beýleki fotogrammetriki gurallar ulanylýar.



7.17-nji surat. Ýer üstüniň relýefini stereofototopografiki planyny almak.

Aerosuratlardan peýdalanyň, nokatlaryň beýikliginiň differensial usulynda kesgitlenişini, aşakdaky ýaly düşündirmek bolar. Mysal hökmünde,  $S_1$  we  $S_2$  nokatlardan surata almagyň netijesinde  $L$  we  $R$  suratlar alnan diýeliň (7.17-nji surat). Surata almak wagtynda, aerofotoapparatyň optiki oky wertikal ýagdaýda dur, ýagny aerosuratlaryň ýapgytlyk burçy nola deň diýeliň. Suratlar göreä aşakdakylary alarys:

$$\frac{B}{H-h} = \frac{aa''}{f_k} \text{ ýa-da } \frac{B}{H-h} = \frac{x_a - x_a'}{f_k}; \quad \frac{B}{H} = \frac{O_1O_2'}{f_k}.$$

Bu ýerde  $x_a - x_a'$  we  $O_1O_2'$  -  $A$  we  $O$  nokatlaryň paralaksy;  $x_a - x_a' = P_a$ ;  $O_1O_2' = P_{o1} = b$  bolsa  $A$  we  $O$  nokatlaryň paralaks aşakdakylara deň bolar:

$$\Delta P = P_a - P_{o1} = \frac{B \cdot f_k \cdot h}{(H-h) \cdot H};$$

Bu ýerde  $B = b \cdot h / (H - h)$  bolanlygyndan, başlangyç nokatda we beýikligi kesgitlenen nokatlarda, paralaksalaryň tapawudy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\Delta P = \frac{b \cdot h}{H - h}.$$

Beýikligi kesgitlenen başlangyç nokada baglylykda, beýgelmäni aşakdaky ýaly ýazmak mümkindir:

$$h = \frac{\Delta P \cdot H}{(b + \Delta P)},$$

Bu ýerde  $H$  - başlangyç nokadyň surata alynmagynyň beýikligi;  $b$  - bazisiň uzynlygy (ol jübüt aerosuratlarda esasy nokatlaryň aralygyna deň).

Tekiz ýerde, paralaktiki tapawutlaryň bahasy örän kiçi ( $0,3-0,4 \text{ mm}$ ) bolýar. Şoňa görä, bu ýerde beýgelmek aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanylýar:

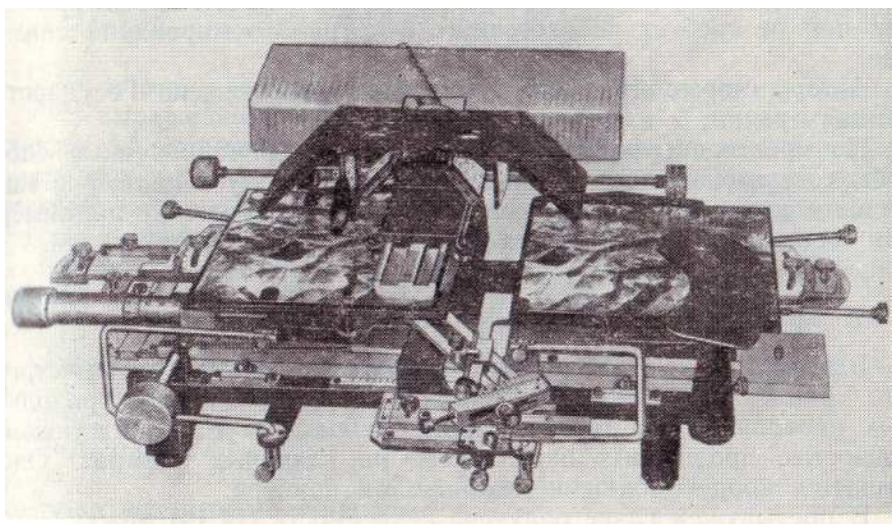
$$h = \frac{\Delta P \cdot H}{b};$$

**1-nji mysal.** Eger-de  $H=1100 \text{ m}$ ,  $b=55 \text{ mm}$  we  $\Delta P=18 \text{ mm}$  bolsa, onda beýgelme aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = \frac{1,8 \cdot 1100}{55 + 1,8} = 34,4 \text{ m}.$$

**2-nji mysal.** Eger-de  $H=600 \text{ m}$ ,  $b=55 \text{ mm}$  we  $\Delta P=0,2 \text{ mm}$  bolsa, onda beýgelme aşakdaky baha deň bolar:

$$h = \frac{600 \cdot 0,2}{52} = 2,3 \text{ m}.$$



7.18-nji surat. Drobyşýewiň stereometri.

Aerosuratlardaky nokatlaryň *boýlama paralaksynyň* tapawutlaryny ölçäp, bu nokatlaryň beýgelmesini tapmak bolar. Emma ýokarda getirilen formulalardan, aerofotoapparatyň gorizontaly ýagdaýynda ornaşdyrylyp alnan aerosuratlary üçin peýdalanmak bolar. Aerosuratlar belli ýapgytlyk burçuna eýe bolanlygyndan, ölçenen boýlama paralaksynyň tapawutlaryna düzediş girizmek dogry gelýär. Aerosuratlaryň *boýlama* we *aýlanma* burçlary hem-de surata almagyň beýikliginiň özgerenligi üçin girizilýän düzedişler aerosuratlaryň daşky oriýentirleniş

elementlerini ölçəp, düzədilen formulasyndən we grafiklərin kömegi bilən tapylar.

Stereoskopiki stereokomperatoryň, paralaktiki çyzgyçly stereometriň kömegi bilən ölçenən paralaktiki tapawutlar, aerosuratlaryň bahasyna, aerosuratlaryň ýapgytlygy üçin düzedişi girizmekde analitiki usulyna baglylykda kesgitlenilýär. Şonuň üçin, şular ýaly gurallar piketleriň beýikligini kesgitlemekde işledilýär.

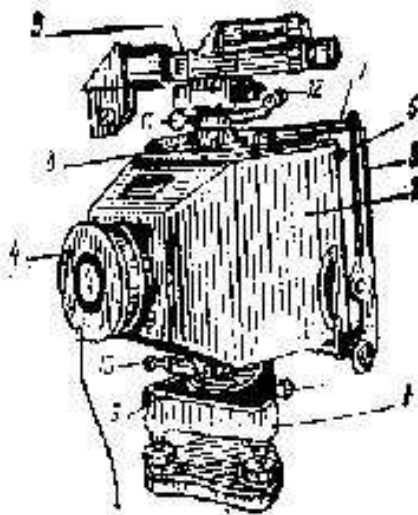
Paralaksyň tapawutlaryny ölçemek hadysasynda, düzedişi girizmegiň uly ähmiýeti bardyr. Şu maksat bilən *Drobyşýewiň* stereometrinden peýdalanylýar (7.18-nji surat). Bu gural, boýlama paralaksynyň tapawudyny ölçemek bilən birlikde, olara aerosuratyň ýapgytlygy üçin awtomatiki düzedişi girizilýär. Ýer üstüniň stereomodelini emele getirmekde, stereometr *dört aýnaly 2 esse ulaldyş koeffisiýentli* stereoskop bilən özgerdýär. Bu stereoskopda aerosuratlar, goýujy galtekleriň üstüne ornaşdyrylandyr. Ölçeğiň dowamynda, jübüt aerosuratlaryň çep suraty, çep galtekde, sag suraty bolsa, sag galetäge ýerleşdirilýär. Her bir galtegiň üstünden geçen sapak, markanyň hyzmatyny ýerine ýetirýär. Sapaklar, galtekleriň üstüne mahsus nurbatlaryň kömegi bilən berkidilip goýulýar. Ölçeg guralynyň kömegi bilən boýlama paralaksynyň tapawudyny *0.01 mm* takyklykda ölçemek bolar.

### 7.19. Ýerde stereofototopografiki plany almagyň ähmiýeti

Ýer üstüniň stereofotogrammetriki planyny almak, belli uzynlykdaky bazisiň iki ujundaky nokatlarda durup, ýeriň üsti fototeodolit bilən surata alynýar we bu suratlar fotogrammetriki gurallarda işlenilip, nokatlaryň koordinatlary hasaplanylýar hem-de ýer üstüniň kartasy ýa-da plany düzülýär. Bu usula başgaça, *fototeodolit bilən plany* almak usuly hem diýilýär. Dagly sebitleriň uly masştably planlaryny düzmekde, geologiki, geobotaniki, ýol gurluşyk, arhitektura we beýleki işlerde giňden ulanylýar. Şonuň ýaly-da, inženerli binalarynyň deformasiýasyny kesgitlemekde we ş.m-de stereofotogrammetriki usuly giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda-da işler *ýerde surata almak we kärhanada* kameral işlenilýän ýaly toparlara bölünýär.

Stereofototopografiki planyny almakda işledilýän fototeodolitler köp görnüşlidir. Olar alnan fotosuratlarynyň ölçegi, fokus aralygy, obýektiwiniň görüş trubasynyň görüş burçy we beýleki häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawutlanýarlar. Öňki SSSR-de işlenilip çykarylan “**Geodeziýa**” tipindäki fototeodolidiň umumy görnüşi 7.19-njy suratda berlendir. Onuň esasy bölegi metal goýguç(1), kamera(2) hem-de oriýentirlemek üçin ulanylýan guraldan(3) ybarat bolup, kameranyň ön tarapynda obýektiw(4), yz tarapynda rama(5), üstüne bolsa bölek bahasy 20-30” bolan iki sany suwly urowenler (7 we 8) ornaşdyrylandyr. Ýer üstüni surata almakda, rama fotoplastinkaly kasseta(6) ýerleşdirilýär. Kameranyň berkidiji (9) we mikrometriki nurbatlary(10) bar. Şular ýaly nurbatlar (11 we 12) oriýentirlenmek üçin ulanylýan guralda hem bardyr. Limbi we görüş turbasy hasaply mikroskoppyndan ybarat bolan guralyň kömegi bilən teodolidiň

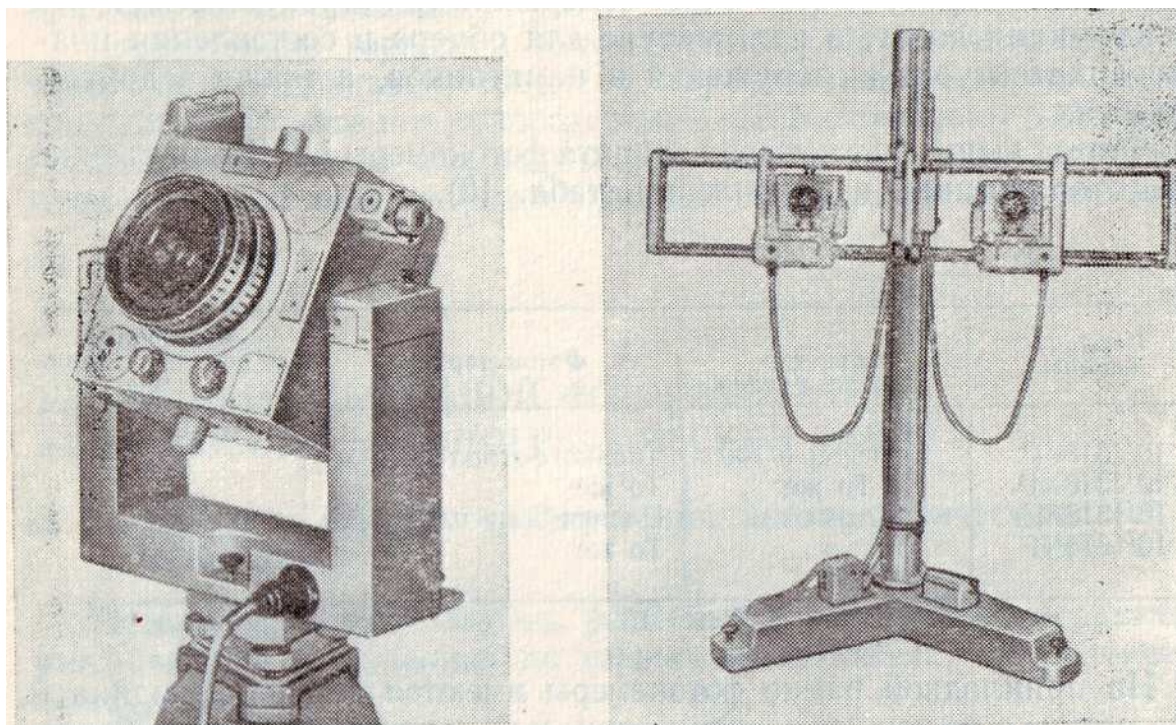
kamerasynyň optiki okuna we bazisli çyzygyna baglylykda, perpendikulýar ýagdaýa getirilýär we belli burça öwrülýär.



7.19-njy surat. Геодезия tipli fototeodolit.

**Foteo-19/1318 (GFR).** Bu fototeodolit metal goýguçdan, kameradan we oriýentirden ybarat (7.20-nji surat). Kameranyň gutysy (korpusy) ýeňil ýasalan bolup, onuň aýlanma oky metal goýgujynyň wtulkasyna girizilip, metal goýgujyna ornaşdyrylýar. Kameranyň ýokarsynda iki sany silindrik urowen we oriýentirleýji guraly bolup, ol obýektiw, obýektiwiň gapma - garşylykly tarapyna bolsa rama ornaşdyrylandyr. Ramada iki sany jübüt koordinata belgileri bolup, ýer üstüni surata almakda, şu belgiler surata düşýär. Ýer üstüni surata almak üçin, rama  $13 \times 18 \text{ sm}$  ölçegli fotoplastinka ornaşdyrylandyr we onuň oky  $30 \text{ mm}$  ýokara göterip we  $45 \text{ mm}$  aşaga düşürilýär. Obýektiwiň görterilenligini ýa-da düşürilenligini, hasaply bölekden bilip bolýar.

Ýer üstüniň suratyny almakda, obýektiw nähili ýagdaýda dursa, şu ýagdaýda negatiwde indeks - çyzygy görnüşinde teswirlenilýär. Kameranyň fokus aralygy  $19 \text{ sm}$ , görüş meýdany gorizontal ýönelişde  $50^\circ$ , wertikal ýönelişde bolsa  $38^\circ$ -a deň bolýar. Kameranyň optiki oky, bazis çyzygyna baglylykda, perpendikulýar ýerleşdirmek hem-de belli burça öwürmek üçin, kameranyň üstündäki oriýentirleýji guraldan peýdalanylýar. Oriýentirleýji guraly limb, görüş turbasy we hasaply mikroskopyndan durýar. Kamera öz okunyň daşyndan aýlandyrylanda, onuň bilen birlikde limbi hem aýlanýar. Foteo-19/1318 fototeodolidiniň kamerasynyň oriýentirleýji guralynyň gorizontal we wertikal limbleri bardyr. Wertikal limb bilen bazisiň ýapgytlyk burçy ölçenilýär, limbiň takyklygy  $\pm 1'$ -a deňdir. Bu fototeodolidiň komplektdäki Foteo-020 teodolidi bilen gorizontal we wertikal burçlary  $6''$  takyklykda ölçemek bolar. Bazisiň uzynlygy  $2 \text{ m}$  bolan inwar reýkasy we teodolidiň kömegi bilen paralaktiki burçy ölçemegiň esasynda hasaplanyp çykarylýar.



7.20-nji surat. **Photo 19/1318, UMK 10/1318** tipli fototeodolitler.

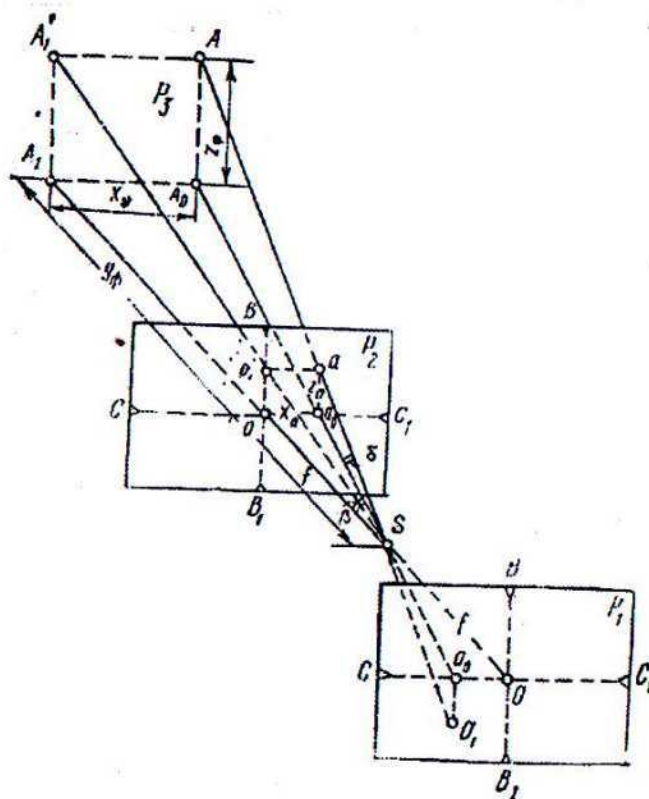
Häzirki zaman fototeodolitlerinden aşakdakylary sanamak bolýar: fotokameralar **Photo 19/1318, UMK 10/1318, SMK 5.5/0808** we ş.m.

### 7.20. Suratda nokadyň fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek

Düşnükli bolmagy üçin 7.21-nji surata seredip geçeliň, ýagny  $S$  - fotokameranyň obýektiwiniň baglanyşdyryjy nokady,  $P_1$  - negatiwiň tekizligi diýeliň. Obýektiwiň optiki okunyň, negatiwiň tekizligi bilen kesişen  $O$  nokady, ýer üstüniň suratynyň esasy nokady hasaplanylýar. Suratda, esasy nokadyň ýagdaýyny kesgitlemek üçin fotokameranyň ramkasyndaky koordinata belgileriniň ( $B$  we  $B_1$ ,  $\zeta$  we  $\zeta_1$  nokatlary) surtdaky ýagdaýlaryny göni çyzyk bilen birleşdirilýär. Olaryň kesişen nokady, suratyň esasy nokady hasaplanylýar. Meselem, ýerdäki  $A$  nokat negatiwiň tekizliginde  $a_1$  nokat bilen teswirlenilýär. Ýer üstüniň negatiwli ýagdaýyny almak üçin, surata alynýan ýer (meselem,  $A$  nokat) bilen obýektiwiň baglanyşdyryjy nokadynyň ( $S$ ) aralygynda ýerleşdirilen diýip hasap edilýär. Egerde suratyň  $\zeta\zeta_1$  oky gorizontaly ýagdaýynda, esasy nokat kameranyň optiki okunyň ( $SO$ ) gabadynda hem-de baglanyşdyryjy nokatdan, kameranyň fokus aralygyna ( $f$ ) çenli aralykda bolsa, onda pozitiw surat ( $P_2$ ) ýer üstüniň merkezi proyeksiýadaky teswiri, ýagny obýektiwiň baglanyşdyryjy nokady proyeksiýanyň merkezi hasaplanylýar.

Nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek üçin, esasy nokada baglylykda duran ýeriňi görkezýän sanlary tapmak gerekdir. Meselem,

ýerdäki  $A$  nokadyň proyeksiýadaky ýagdaýy  $P_2$  suratda  $a$  bilen belgilenen. Eger-de suratdaky  $\mathcal{C}\mathcal{C}_1$  çyzygy  $absissa(X)$  oky,  $BB_1$  çyzygy  $Z$  oky diýip kabul etsek, onda  $a$  nokadyň koordinatlary  $Oa_o = X_a$  we  $a_o a = Z_o$  bolýar. Bu ýerdäki punktyň suratdaky tekiz fotogrammetriki koordinatasydyr. Diýmek, suratdaky esasy nokadyň ( $O$ ) koordinatasy belli diýip kabul etsek, onda suratdaky her bir nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlary şu nokatlaryň esasy nokada baglylykda ýagdaýyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.



7.21-nji surat. Fotosuratda fotogrammetriki koordinatlaryň berlişi.

Suratda, çyzyklaryň arasyndaky gorizonta we wertikal burçlary polýar koordinatlar sistema usulynda tapmak bolar. Bu ýagdaýda, fotokameranyň obýektiwiniň merkezi ( $S$ ) polýar nokady, fotokameranyň optiki oky ( $OS$ ) bolsa polýar oky bolup hyzmat edýär. Meselem, suratdaky gorizonta  $\beta$  we wertikal  $\delta$  burçlaryny kesgitlemek gerek diýeliň, onda  $SOa_o$  gönüburçly üçburçlyga esaslanyp gorizonta burçy aşakdaky ýaly taparys:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Oa_o}{SO};$$

Bu ýerde  $Oa_o = X_a$ ;  $SO = f$  bolanlygyndan aşakdakyny alarys:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{X_a}{f};$$

$Sa_o a$  gönüburçly üçburçlyga esaslanyp, wertikal burçy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a a_o}{S a_o};$$

bu ýerde  $aa_o = Za$  we  $Sa_o$  - üçburçlugyň gipetenuzasy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$S a_o = \sqrt{X a^2 + f^2} \quad \text{ýa-da} \quad S a_o = \frac{f}{\cos \beta}.$$

Şu ýagdaýda wertikal burçy aşakdaky formula bilen hasaplanylýp çykarmak bolar:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{Z a}{\sqrt{X a^2 + f^2}} \quad \text{ýa-da} \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{Z a \cdot \cos \beta}{f}.$$

Diýmek, her bir gorizental burçy tekiz fotogrammetriki koordinatanyň bahalary  $X$  we  $Z$  hem-de fotokameranyň fakus aralaygy  $f$ -iň kömegi bilen ölçemek mümkindir.

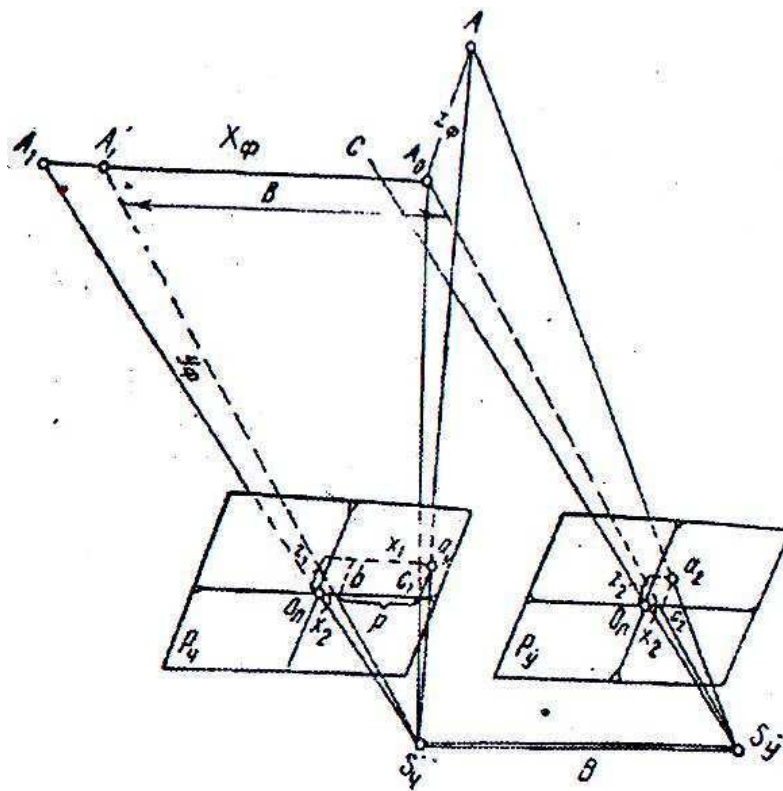
## 7.21. Nokatlaryň fazaly fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek

A nokadyň baglanyşdyryjy nokada(S) baglylykdaky ýagdaýyny, onuň fazaly koordinatlary  $Y_F$ ,  $X_F$  we  $Z_F$  bilen kesgitlemek bolar (7.22-nji surat). Baglanyşdyryjy nokadyň koordinatasy boýunça plany düzmek, kabul edilen koordinata sistemasynda (bu nokadyň geode-ziki daýanç punktlaryna baglanyşdyrmak ýoly arkaly) kesgitlenilýär. Eger-de S nokadyň koordinatasy gönüburçly koordinata sistema-synda kesgitlenilen bolsa, suratdaky A nokadyň, bu nokada baglylykda gönüburçly koordinatasy, onuň fazaly koordinatasy boýunça aşakdaky formulalar boýunça hasaplap çykarmak bolar:

$$X_F = \frac{Y_F}{f} \cdot X_a \quad \text{we} \quad Z_F = \frac{Y_F}{f} \cdot Z_a.$$

Bu ýerde  $f$  - kameranyň fokus aralygy; ol  $X_a = Oa_1$  we  $X_a = Oa_1^l$  ýaly alynýar (bu ululyklar suratdaky  $a$  nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatasydyr);  $Y_F$ -baglanyş-dyryjy nokatdan(S-den) suratyň tekizligi, ol bolsa  $P_3$ -e bolan  $A_1S$  aralyga deňdir. Ol bolsa belli uzynlykdaky bazisiň iki uýyndan bir-birine parallel edip alnan goşa suratlaryň kömegi bilen kesgitlenilýär; Meselem, fotokameranyň belli uzynlykdaky bazisiniň uçlarynda, onuň optiki oky bolsa, bazise perpendikulýar ornaşdyryp surata alnan diýeliň, onda:  $S_\zeta$  - bazisiň çepdäki baglanyşdyryjy nokady;  $S_s$  - bazisiň sagdaky baglanyşdyryjy nokady, bu nokatlardan çepde  $P_\zeta$  we sagda  $P_s$  suratlary alnan, suratdaky  $B = S_\zeta S_s$  - bazisiniň uzynlygy;  $S_\zeta A_1$  - optiki okuň fotokameradaky bazisiniň çep ujuna ornaşdyrylandaky ýagdaýy;  $S_\zeta S_s$  - fotokameranyň bazisiniň sag ujuna ornaşdyrylan ýagdaýy;  $a_1$  - ýerdäki A nokadyň çep suratdaky teswiri;  $a_2$  - şu nokadyň sag

suratdaky teswiri;  $x_1$  we  $z_1 - a_1$  nokadyň  $x_2$  we  $z_2$  bolsa,  $a_2$  nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatasydyr.



7.22-nji surat. Stereofotosuratlarda fazaly koordinatlaryň berlişi.

$S_1 A_1 A_2$  we  $S_2 B_1 C_1$  üçburçluklar bir-birine meňzeşdirler. Olaryň beýgelmesi  $S_1 A$  we  $a_1 b$  aralyklara deňdir. Çünki,  $S_1 A_1$  çyzyk  $A_1 A_0$  göni çyzyga perpendirkulýardyr. Şoňa göräde aşakdaky deňligi alarys:

$$\frac{A_1 C_1 \cdot A_1}{S_1 C_1 \cdot b} = \frac{A_0 A_1}{b c_1};$$

Bu ýerde  $S_1 A_1 = Y_F$ ;  $S_1 b = f$ ;  $A_1 A_0 = B$ ;  $b c_1 = x_1 - x_2 = P$  bolanlygyndan aşakdakylar gelip çykýar:

$$\frac{Y_F}{f} = \frac{B}{P} \text{ onda } Y_F = \frac{B}{P} \cdot f.$$

Diýmek,  $Y_F$ -yň bahasyny kesgitlemek üçin, fotokameranyň focus ( $f$ ) aralygynyň, surata almagyň bazisiniň ( $B$ ) uzynlygynyň hem-de koordinatasy kesgitlenýän nokadyň çyzykly paralaksynyň ( $P$ ) belli bolmagy zerurdyr. Fotokameranyň fokus aralygy, onuň pasportynda görkezilýär, bazisiň uzynlygy ýerde gönüden-göni ölçenilýär. Çyzykly paralaksy sag we çep suratlarda nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlarynyň tapawudyna deň bolup, ýer üstüniň jübüt suratlaryndan ölçenilip tapylýar.

Ýokardaky formuladaky  $Y_F$  -  $yň$  ornuna, onuň bahalaryny goýsak, nokadyň fazaly gönüburçly koordinatlary aşakdaky bahalara deň bolar:

$$X_F = \frac{B}{P} \cdot a_1 \quad \text{we} \quad Z_F = \frac{B}{P} \cdot Z_1.$$

Bu ýerde  $B$  - surata almagyň bazisiniň uzynlygy;  $P$  - çyzykly paralaksy;  $X_1$  we  $Z_1$  - nokadyň çep suratdaky fotogrammetriki koordinatlary.

Fotokameranyň optiki okuny belli burça öwürüp alnan suratlarda bahalar aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenilýär:

$$Y = \frac{B}{P} \cdot f \cdot \left( \cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi \right);$$

$$a = B \cdot \frac{X_{sag}}{P} \cdot \left( \cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi \right);$$

$$Z = B \cdot \frac{Z_{Cep}}{P} \cdot \left( \cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi \right).$$

Fotokameranyň optiki oky çepi öwürülen bolsa, öwüriliş burçuň( $\varphi$ ) bahasy áýyrmak(-), saga öwürülen bolsa goşmak(+) alamatlary alýar.

## 7.22. Fototeodolit bilen plan almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler

Teswiri (proýekti) düzmekde surata almagyň bazislerini saýlamak gerek bolýar. Bazis, adatça ýerdäki ýörelgä parallel edilip alynýar. Bazisleriň sany we uzynlygy planyň masştabyna we ýer üstüniň häsiýetine, çylşyrymlylygyna baglydyr. Meselem,  $1 \text{ km}^2$  ýer üstüni  $1:1000$  masştabda planyny almakda, bazisleriň sany 3-5,  $1:2000$  masştabda 2-4,  $1:5000$  masştabda 1-3 we  $1:10000$  masştabda bolsa 1-2 sany bolmagy hökmanydyr.

Bazisler bilen birlikde, her bir jübüt suratda üç sany barlag nokatlary alynýar. Bu nokatlar planyň näçe takyk alynýanlygyny barlamak hem-de düzedişleri girizmek üçin gerek bolýar. Barlag nokatlarynyň sypatynda triangulýasiýanyň, poligonometriýanyň we analitiki torlarynyň punktlaryndan hem-de görnüp duran obýektlerinden peýdalanylýar. Şu hili obýektleriň bolmadyk ýagdayynda, barlag nokatlarynyň ýagdaýy çelgi, marka we beýleki belgiler bilen belgilenilýär.

Ýeriň üstüni surata almakda, aşakdaky işler ýerine ýetirilýär: bazisiň uçlaryna ştatiw, ştatiwe metal goýguç ornaşdyrylýar, bazisiň çep ujyna metal goýguçly *nyşanaly marka*, sag ujundaky metal goýguja bolsa fotokamera ornaşdyrylýar. Fotokamera galtek(kasseta) ýerleşdirilýär, kameranyň optiki oky çep tarapdaky suraty alar ýaly edilip dogurlanylýar, tertipleýji bölege stansiýanyň belli tertibi we  $BL$  indeksi goýulýar. Kasseta açylýar, fotoplýonka rama gysylýar; obýektiwiň aşaky böleklerini surata düşer ýaly dogurlanylýar. Kamera öwürlip oriýentirleýji guraly nyşanalaýjy marka tarap seretdirilýär, derejäniň(uroweniň) nol düwmesi nol punkta getirilýär we şu ýagdaýda surata alynýar. Kasseta ýapylýar, fotokamera täze kasseta goýulyp, *AFA-nyň* optiki oky adaty ýagdaýa getirilýärde ýeriň üsti ýene-de surata alynýar. Optiki ok sag bazise baglylykda belli burça

öwrülüp, ýeriň üsti surata alynýar, bazisiň sag ujunda iş gutarýar, nyşanalajyýjy marka bazisiň sag ujundaky ştatiwe, fotokamera bolsa çep ujundaky ştatiwe ornaşdyrylýar. Bu stansiýada hem ýeriň üsti ýokardaky ýaly üç gezek surata alynýar.

Ýeriň üstüni surata almakda fotokameranyň optiki oklary bir-birine takyk parallel bolmagy hökmanydyr. Olarynyň parallelliginiň  $\pm 5''$ -dan geçmezligi, optiki okunyň bazise baglylykda öwürmeçliginiň ýalňyşlygy bolsa  $\pm 30''$ -dan uly bolmazlygy gerekdir. Uroweniň düwmesiniň merkeze getirilmeginiň takyklygy  $\pm 20''$  bolmagy şertdir.

Fototeodeolit bilen plan almakda, ýerde ýerine ýetirilýän işler aşakdakylardan ybaratdyr: bazisiň uzynlygynyň ýapgytlyk we direksion burçlaryny ölçemek; bazisiň çep ujunyň planly koordinatlaryny we beýikligini kesgitlemek; her bir jübüt suratda üç sany barlag nokatlarynyň planly koordinatlaryny kesgitlemek ýalylardan durýar.

Bazisiň uzynlygy  $1:2000$  takyklykda uzakölçeýjileri bilen ýa-da paralaktiki poligonometriýa usulynda ölçenilýär. Bazisiň uçlarynyň koordinatlary göni we ters kesişmeler usulynda analitiki toruny ýa-da ýagtylyk uzakölçeýji poligonometriýasyny geçirmek ýoly bilen tapylýar. Daglyk sebitlerde, bazisiň uçlarynyň beýikligi trigonometriki niwelirmek usulynda kesgitlenilýär. Barlag nokatlarynyň planly koordinatlary, bazisiň uçlaryndan ýa-da daýanç pynktlaryndan kesişdirmek ýoly bilen tapylýar. Ölçeg wagtynda barlag nokatlarynyň abrisi çyzylýar.

### 7.23. Alnan suratlara esaslanyp plany düzmek

Fototeodeolit bilen alnan suratlara esaslanyp plany düzmekde *analitiki, analitiki - grafiki we grafiki - mehaniki* usullaryndan peýdalanylýar.

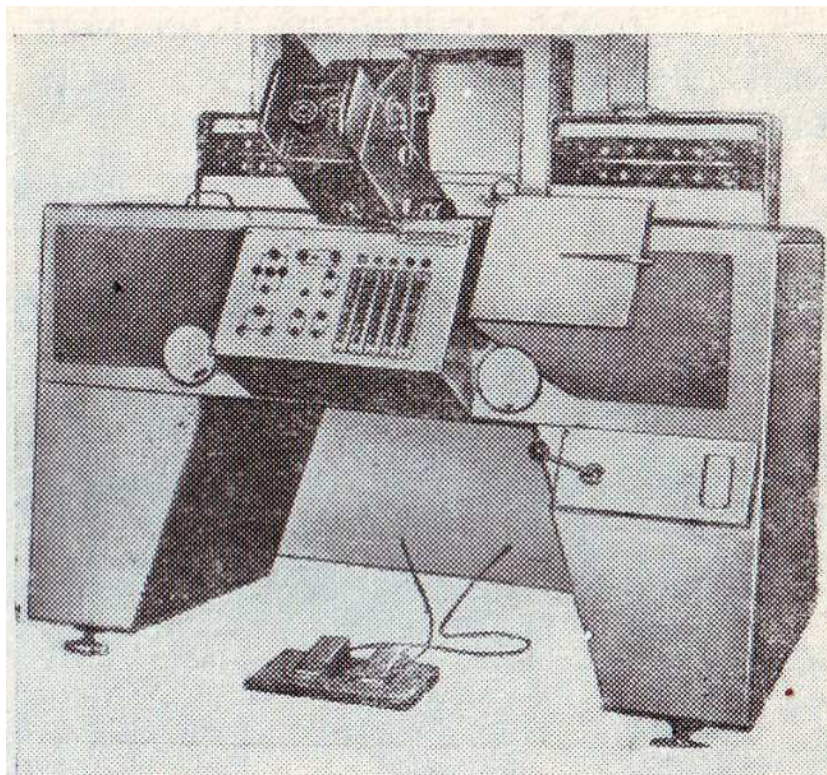
Analitiki usulynda suratdaky häsiýetli nokatlaryň planly koordinatlarynyň ( $x$  we  $z$ ) hem-de boýlama paralaksyň ( $P$ ) bahalarynyň, stereokomperatoryň kömegi bilen kesgitlenilýär. Soňra, bu nokatlaryň fazaly koordinatlary ýokardaky formulalar boýunça hasaplanyp çykarylýar. Nokatlaryň koordinatlary boýunça plana düşürilýär we beýiklikleri ýazylýar, gorizontallar çyzylýar. Ýerdäki barlag nokatlary, inženerli binalar gurlanda, ýerdäki häsiýetli nokatlary geologiki, geografiki, geomorfologiki we ş.m. agtaryş işlerinde bellenen nokatlaryň koordinatlaryny şu usulyň kömegi bilen kesgitlenýär.

Suratlardaky nokatlaryň  $x$  we  $P$  bahalaryny seterokom-peratoryň (7.23-njy surat) kömegi bilen ölçemekde guralyň çep galtegi  $1-a$ , çep surata, sag galtegi  $2-a$  sag surata goýulýar. Soňra  $xx$  we  $zz$  çyzyklar stereokomperatoryň şu hili oklaryna parallel bolýança suratlar öwrülýär. Ölçeg markasy ilki bilen stereokomperatoryň nyşanalajyýjy guralynyň sazlaýjysynyň kömegi bilen absissa  $x_0$  we  $z_0$  hem-de boýlama paralaksy  $P_0$  şekilleriň nol bahasyna dogurlanylýar. Soňra, stereokomperatoryň 3 we 4 şturwallary hem-de gorizont paralaksynyň kömegi bilen stereomodeldäki ýagdaýy kesgitlenýän nokada nyşanalanýar we her bir nokat üçin degişli hasaply böleklerden (şklalardan)  $x'$ ,  $z'$  we paralaks nurbatdan  $P'$

hasaplar alynýar we hususy žurnala ýazylýar. Tablisadaky ýazuwlardan nokatlaryň fazaly koordinatlary  $x$ ,  $y$  we  $z$  kesgit-lenilýär. Nokatlaryň beýikligi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýp çykarylýar:

$$H = H_0 + z + r.$$

bu ýerde  $H_0$  - fototeodeolidiň obýektiwini baglanyşdyryjy nokadyň beýikligi;  $r$  - ýeriň güberçekligi we refraksiýasy üçin girizilen düzediş. Bu düzediş degişli formulalaryň kömegi bilen ýa-da ýörite tablisadan tapylýar.



7.23-nji surat. **Seýss 1818** (Germaniýa) stetekomperatory.

Häzirki wagtda *GDA-nyň* ýurtlarynda işlenilip çykarylan *CK-3* we *Seýss* (GFR-da) *1818* markaly stereokomperatorlary ulanylýar. Stereokomperatoryň ornuna *F. B. Drobyşýewiň* teklipe eden *CM-3* we *CM-4* prisizion stereometrleri hem işledilýär. Soňky ýyllarda, ölçegiň netijelerini perfokarta, perfolenta, magnit diskine awtomatiki ýazylýan ýa-da nokatlaryň taýýar koordinatlary, kagyza awtomatiki ýazylyp barylýan stereokomperatorlar işlenilip çykarylýdy.

Grafiki-mehaniki usulynda plany düzmekde *F. N. Drobyşýewiň* döreden stereoawtografiýa işledilýär. Bu gurallar ýeriň kartasyny ýa-da planyny, trassanyň uzaboýuna we keseligine profillerini we arhitektura ýadygärlikleriniň taslamalaryny awtomatiki ýagdaýda çyzýar. *F. B. Drobyşýewiň* stereoawtografiýanyň galteklerine jübüt suratlar ornaşdyrylyp şturwallary aýlandyrylanda galtekler herekete gelýär. Goşmaça galrekleriň birine ornaşdyrylan galam, galtekleriň hereket ýönelşini kagyza çyzyp gidýär, ýagny, nokatlaryň planly koordinatlary ( $x$  we  $y$ ) emele gelýär.

## VIII. NIWELIRLEMEK

### 8.1. Umumy düşünje

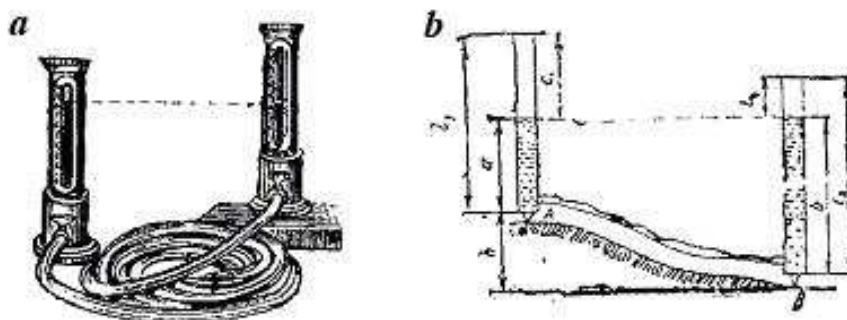
Ýerde beýikligiň kesgitlenilmegine ýa-da niwelirlenilmegine, ýeriň üstündäki nokatlaryň bir-birine baglylykda ýagdaýynyň, şeýle hem berlen ýeriň çägi üçin başlangyç diýip kabul edilen şertli üste baglylykda beýikliginiň ýa-da beýgelmesiniň anyklanylmagyna düşünilýär.

GDA-nyň ýeriniň çägendäki nokatlaryň beýikligi *Baltika deňziniň* suwunyň üstüniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky, asuda ýagdaýyndan (Kronşadt futştogynyň nolundan) hasaplanylýar. Şular ýaly beýiklige absolýut 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 absolýut 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 alnyş usullaryna, ulanylýan gurallara baglylykda aşakdaky görnüslere: *gidrostatiki*, *geometriki*, *triganometriki*, *barometriki*, *radiogeodeziki*, *stereofotogrammetriki* 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 aşakdaka deň diýeliň (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 görnüşini 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 taklyklygyny 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, naýçalary gidrostatiki niwelirleriň beýgelemelerini *5-10 mkm* ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Bu bolsa niwelirlemegiň görnüşleriniň taklyklygynyň içinde iň ýokarysydygyny görkezýär.

**Geometriki niwelirlemekde** bir nokadyň beýikligi beýleki nokada baglylykda gorizonta niwelirlemek, ýagny gorizonta ýerleşen şöhle bilen niwelir reýkasynyň kesişen ýerinden hasaplary almak ýoly arkaly kesgitlenilýär. Bu usulda niwelirlerden peýdalanylýar. Geometriki niwelirlemekde, nokatlaryň beýikligi

niwelirlemegiň beýleki görnüşlerine garanda has anygrak (gidrostatiki niweleirmekden özgelerinden) 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 ş.m.) teswirlemekde, käbir geologiki işlerinde, binalaryň deformasiýalaryny anyklamakda we ş.m. işlerde niwelirmek gerek bolýar.

Geometriki niwelirlemegiň nerijesinde ýer gabygynyň dikligine (wertikal) ösüşini, okean we deňiz derejesiniň tapawudyny kesgitlemek bolýar. Niwelirlemegiň usullary we gurallar nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň takyk kesgitleniş zerurlygyna seredilip alynýar.

**Trigonometriki niwelirlemeginde** iki nikadyň arasyndaky ýapgytlyk burçy we olaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygy ölçenilýär hem-de ölçegiň netijelerinden peýdalanylýp, nokatlaryň bir-birine baglylykda beýgelmesi trigonometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýp çykarylýar. Niwelirlemegiň bu görnüşinde ýapgytlyk burçuny ölçýän gurallar bolup *teodolit - taheometr, menzula komplektinde kipregel* we beýlekiler işledilýär. Trigonometriki niwelirlemegi topografiki plany almakda, beýgelmeleriň uly nokatlarynda, meselem, dagda, baýyrlaryň ýerlerinde we relýefiň görnüşlerini şekillendirmekde, şeýle hem binalaryň beýikliklerini kesgitlemekde ulanylýar.

**Radioelektronikanyň ösmegi** netijesinde, niwelirlemegiň *täze görnüşini - radioniwelirlemegi* 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.

**Niwelirlemegiň 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, niwelirlemegiň beýleki görnüşlerine seredeniňde has çalt we aňsat düzülýär. Şonuň üçin, mehaniki niwelirmek ýokary takyklyk talap edilmeýän işlerde, meselem, ýol gurluşygynda we ýeriň profilini ýönekeý usul bilen öwrenmekde giňden ulanylýar.

**Sterofotogrammetriki niwelirlemegi** - Ýeriň üstüni uçardan durup alnan suratlara (aerofotosurlara) seredip, mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilýär we ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen çyzylýar. Niwelirlemegiň bu görnüşinde, esasy işler kameral şertlerinde ýerine ýetirilýär. Sterofotogrammetriki niwelirlemegi dürli masştabdaky topografiki planlary düzmekde ulanylýar.

**Barometriki niwelirlemegi.** Barometriki niwelirmekde, ýeriň üstündäki nokatlaryň beýikligi we beýgelmesi, nokatlardaky atmosfera basyşyny ölçemek ýoly bilen kesgitlenilýär. Barometiriki niwelirlemegi ýakary galýan depäniň atmosfera basyşynyň kemelmeginiň kanunalaýygyna esaslanandyr. Meselem, dag

eteginen *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 niwelirmek wagtynda, temperatura we basyşyň özgerişi göz önünde tutulýar. Her bir nokatda 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 çägininiň marşrut boýunça, gözçeni bilen çemeläp, planyny almakda geologiki, geofiziki, geografiki we başga ekspedisiýalarda, dagly sebitleriň beýikligini kesgitlemekde, şeýle hem we niwelirmegiň beýleki usullarynyň işletmegi mümkin bolmadyk ýagdaýlarynda barometriki niwelirmeginden peýdalanylýar. Barometriki niwelirmegiň 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 niwelirmegiň doly formulasy görnüşinde onda gysgaldylan formuladan peýdalanylýar.

Olardan has giňden peýdalanylýany *Babiniň formulasydyr* we ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$h = 16000 \cdot (1 + 0,004 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2}) \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2} \dots$$

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 uýy oňat ýapylan, aşaky uýy bolsa simaply çüýşe gaba batyrylandyr. Şonuň üçin, ol gaply barometri diýlip atlandyrylýar(8.2-nji a surat). Eger-de çüýşe naýçanyň aşaky uýy duga şekilli aýlanan bolsa, oňa dugaly 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 döwürlänligi 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.

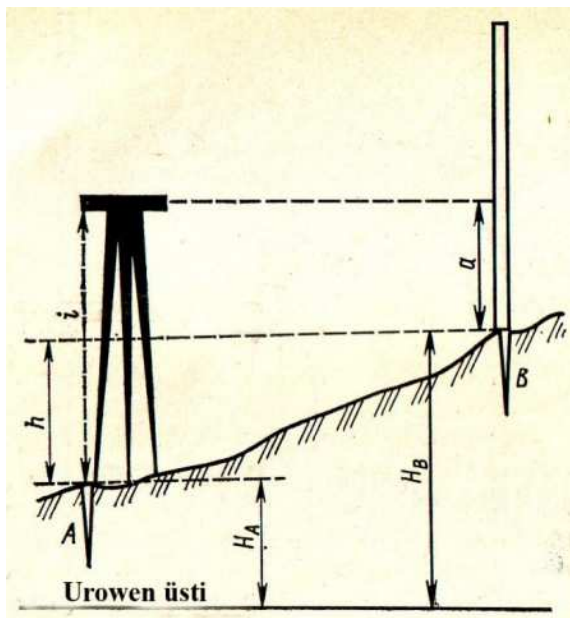
Barometriki niwlirmekde köpräk barometr-aneroidden(8.3-nji surat) meýdan ýagdaýynda peýdalanylýar. Aneroidiň esasy bölegi, içinden howasy sorulyp alnan, metal gapdan (gutydan) durýar. Korpusyň gapdaly basyşyň üýtgeýşine baglylykda aşaklanýar ýa-da göterilýär. Bu özgerişleriň täsirende tutgyçlar (ryçaglar) herekete gelip, korpusyň tegelegindäki dilli, hasaply bölegi (şkalany) boýlap süýşýär, şol wagt diliň uýy 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

gorizontal nyşanalamaga (wizirlemäge) esaslanandyr. Görüş turbanyň nyşanalaýjy okunyň ýanyndaky silindrik uroweni, göteriji nurbatlaryň kömegi bilen gorizontal ýagdaýyna getirilýär.

Geometriki niwelirlemekde bir nokadyň beýikliginiň beýleki nokada baglylykda beýgelmelerini kesgitlemegiň iki hili ýoly bar. Olardan: “Öňe” we “Ortadan” niwelirlemek ýaly görnüşleri, has tapawutlanýar. Şu usullara seredip geçeliň:



8.4-nji surat. **Öňe** niwelirlemek usuly.

“Öňe” niwelirlemek usulynda ýerdäki iki nokadyň(8.4-nji surat) bir-birine baglylykda beýgelmelerini 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 alýarys. 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 goýýarys we görüş turbanyň okulýaryndan seredip, reýkadan hasabyny alýarys, alan hasabymyz guralyň beýikligi bolar. Guralyň beýikligi nokatdan, niweliriň görüş turbasynyň nyşanalaýjy okuna çenli aralyk hasaplanylýar we ol  $i$  harpy bilen belgilenýär. Alnan hasap we guralyň beýikligi boýunça nokatlaryň arasyndaky beýgelme( $h$ ) aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h = i - b.$$

Diýmek, öňe tarap niwelirlemekde, bir nokadyň ikinji nokada baglylykdaky beýgelmesi, guralyň beýikliginden( $i$ ) niwelir reýkasyndan alnan hasabyň( $b$ ) tapawudyna deň.

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 alýar.

Başlangyç  $A$  nokadyň absolýut beýikligi( $H_A$ ) hem-de şu nokatdan, ahyrky nokadyň beýgelmesi( $h_{AB}$ ) belli bolsa, onda  $B$  nokadyň beýikligini( $H_B$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$H_B = H_A \pm h_{AB}.$$

Bir nokadyň absolýut beýikliginden, beýleki nokadyň absolýut beýikliginiň hasaplanylýp çykarylmagyna *beýikligiň hakyky beýgelmesiniň kesgitlenişi* diýilýär.

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:

$$GG = H_A + i.$$

**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.

Mysaly çözmek üçin ilki bilen nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplalyň, ony aşakdaky ýaly geçirmek bolar:

$$h_{AB} = 1638 - 0815 = +0823 \text{ mm}; h_{AB} = 0823 \text{ mm}.$$

Hakyky beýgelmäniň üsti bilen  $B$  nokadyň beýikligini aşakdaky ýaly hasaplalyň:

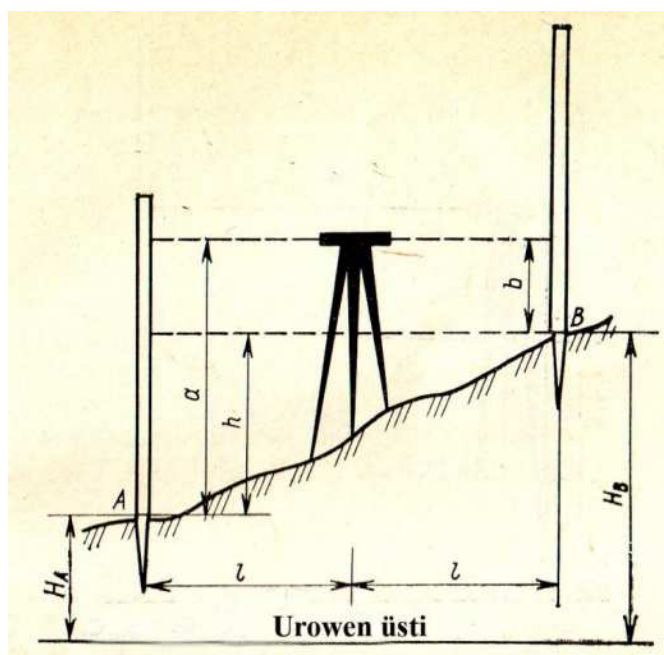
$$H_B = 255,357 + 0,823 = 256,170 \text{ m}. H_B = 256,170 \text{ m}.$$

$B$  nokadyň beýikligini guralyň gorizontynyň üsti bilen hasaplap çykaralyň, onuň üçin guralyň gorizontyny aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$GG = 255.347 + 1,638 = 256,985 \text{ m}; GG = 256,985 \text{ m}.$$

Nokadyň beýikligi aşakdaky baha deň bolar:

$$H_B = GG - b = 256.985 - 0,815 = 256,170 \text{ m}; H_B = 256,170 \text{ m}$$



8.5-nji surat. **Ortadan** niwelirmek usuly.

“**Ortadan**” niwelirmek usulynda(8.5-nji surat) niwelirlenýän nokatlara dik ýagdaýda niwelir reýkalary, nokatlaryň takmynan ortasyna bolsa niwelir ornaşdyrylýar. Niwelir işçi ýagdaýyna getirilýär we görüş turbasyny yzdaky  $A$  nokatda goýlan niwelir reýkasyna nyşanalanylýar hem-de niwelir reýkasýndan  $a$  hasap alynýar, soňra öňdäki  $B$  nokatda ornaşdyrylan niwelir reýkasyna nyşanalanylýar we  $b$  hasap alynýar. Nokatlaryň haýsynyň yzdaky ýa-da öňdäki bolýandygyny, ýörelgäniň ugry boýunça anyklamak bolar. Suratda biz  $A$  nokatdan  $B$  nokada tarap hereketiň ugruny alan bolsak, onda niweliriň duran nokadyna baglylykda  $A$  nokat yzky,  $B$  nokat bolsa *öňdäki* bolar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelme aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$h = a - b.$$

Diýmek, “*ortadan*” niwelirmek usulynda beýgelmäni kesgitlemekde yzdaky  $A$  nokatdan alnan  $a$  hasapdan, öňdäki  $B$  nokatdan alnan  $b$  hasaby aýyrmak gerekdir. Eger-de  $a > b$  bolsa, onda beýgelme goşmak (+),  $a < b$  bolsa, onda beýgelme aýyrmak (-) alamatlary alýar.

“*Oratadan*” niwelirmek usulynda ikinji nikadyň absolýut beýikligini, beýgelme bilen hasaplamak üçin ýokardaky formuladan ýa-da guralyň gorizontynyň peýdalanmak bolar. Şu ýagdaýda, guralyň gorizonty(GG) aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$GG = H_A + a.$$

Bu ýerde  $a$  - GG-nyň hasaplanylýan nokadynda, niwelir reýkasýndan alnan hasap, mm-de.

**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 aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$h_{AB} = 1243 - 0753 = +0492 \text{ mm}; h_{AB} = +0492 \text{ m}.$$

Eger-de B nokadyň beýikligi  $h_{AB}$  beýgelme boýunça hasaplanylýsa, onda onuň bahasy aşakdaka deň bolar:

$$H_B = 256,385 + 0,492 = 256,877 \text{ m}; H_B = 256,877 \text{ m}.$$

B nokadyň beýikligini GG-nyň üsti bilen kesgitlesek, onda aşakdakyny alarys:

$$GG = 255,385 + 1,245 = 256,630 \text{ m}; GG=256,630 \text{ m}.$$

B nokadyň beýikligi aşakdaky baha deň bolar:

$$H_B = 256,630 - 0,753 = 256,877 \text{ m}; H_B = 256,877 \text{ m}.$$

Geometriki niwelirmekde aýratyn hem ortadan niwelir-lemek usuly köpräk ulanylýar. Ortadan niwelirmek usulyňy ulanmak mümkinçiliginiň bolmadyk ýerlerinde öňe niwelirmek usuly ulanylýar. Niwelirlemegiň “*öňe*” usulyňyň kemçilikleri bolup, ýeriň üstündäki çyzyklaryň beýgelmesi, guralyň beýikligi bilen niwelir reýkasýndan alnan hasabyň tapawudyna deň bolanlygyndan, onda guralyň beýikligine deň bolan beýgelmäni ölçemek mümkindir. Mundan daşgary hem, öňe niwelirmekde her bir stansiýada guralyň beýikligini takyk ölçemek zerur bolanlygyndan, işler birneme kynlaşýar we wagt köp sarp edilýär. Niwelir bilen işlemek üçin duran nokadyňa *stansiýa* diýilýär.

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;

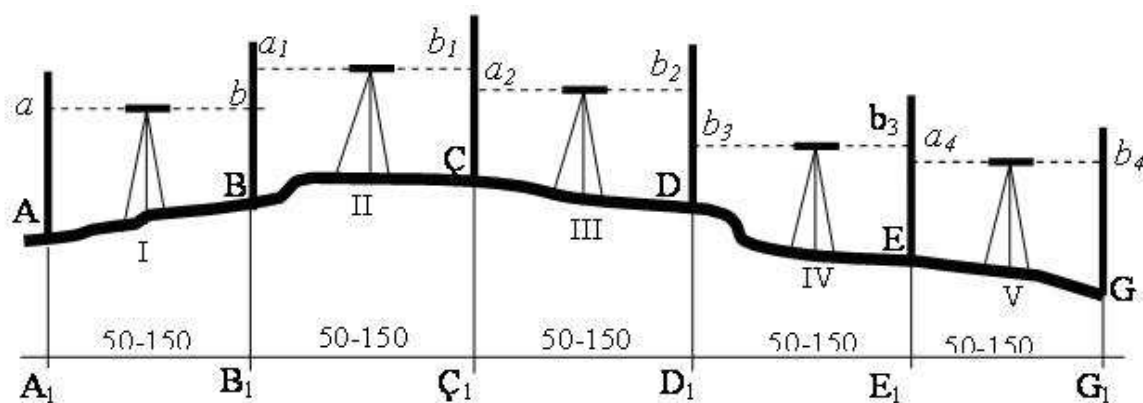
5. Guralyň niwelirlenýän iki nokadyň ortasynda çaklanyp ornaşdyrylmagy, guralyň nyşanalaýjy okunyň gorizontal dälligi netijesinde emele gelýän ýalňyşlygyň täsirini aradan aýyrýar.

#### 8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirmek

Iki sany nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmesini, 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 beýgelmesini kesgitlemek gerek bolsa, onda nokatlaryň arasyny birnäçe stansiýalara bölüp, her bir stansiýa aýratynlykda niwelirlenilýär. Niwelirmegiň şu görnüşi *çylşyrymly niwelirmek* diýlip atlandyrylýar.

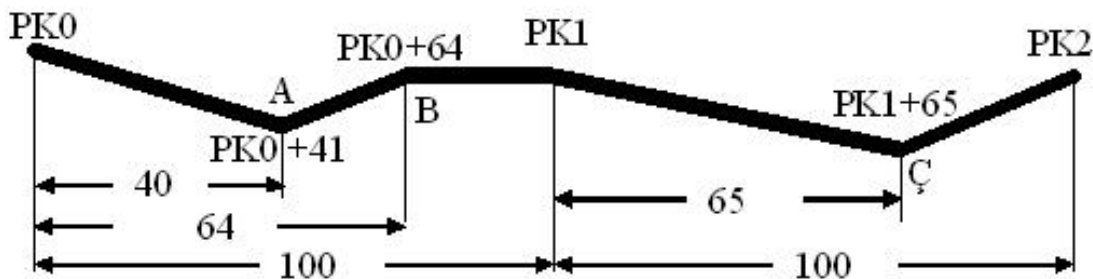
Ýer üstüniň güberçekliki we refraksiýasy çylşyrymly niwelirmegiň netijesine az täsir edýär we reýkanyň hasaply bölekleriniň oňat görünmegi üçin, niwelirden reýka çenli aralygyň 70-75 metre çenli alynmak zerurlygyny döredýär. Bu aralyklar niwelirmegiň geçirilýän ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna 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, Ç, 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 goňşy 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 baglanyşdyryjy 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 görnüş i ýaly *I, II, III, IV* we *V* stansiýalardaky baglanyşdyryjy 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 görnüş i ýaly edip alynmagy bilen tapawutlanýar.

Birnäçe stansiýalardaky nokatlaryň beýgelemeleriniň jemi, başlangyç A nokada baglylykda ýörelgäniň beýgelmesi bolar:

$$\begin{aligned} h_{AG} &= h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \\ &= (a - b) + (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) \end{aligned}$$

ýa-da

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýiklikleri aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$H_1 = H_A \pm h_1;$$

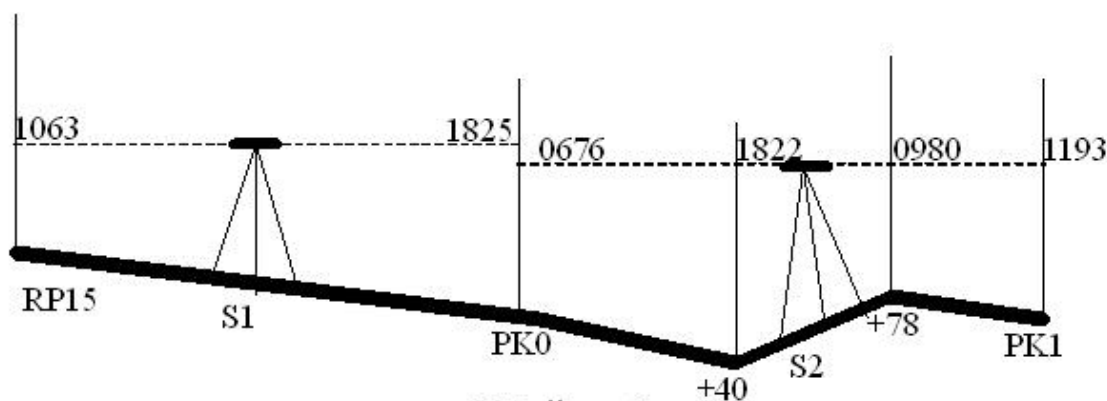
$$H_3 = H_2 \pm h_3;$$

$$H_2 = H_1 \pm h_2;$$

.....

$$H_n = H_{n-1} \pm h_n.$$

Eger-de  $B$ ,  $\zeta$ ,  $D$  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:

$$GG_{II} = H_{PK1} + a \text{ ýa-da } GG_{II} = H_{PK2} + b$$

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:

$$GG_{II} = 110,555 + 0,676 = 111,231 \text{ m}; \quad GG_{II} = 111,231 \text{ m}.$$

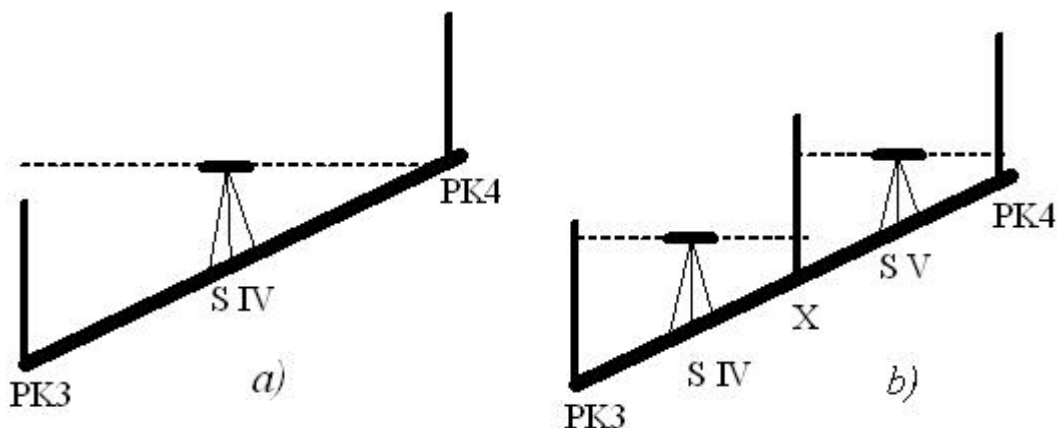
Soňra aralyk nokatlaryň beýikliklerini hasaplalyň:

$$H_{PK0+40} = 111,231 - 1,622 = 109,609 \text{ m}; \quad H_{PK0+40} = 109,609 \text{ m}.$$

$$H_{PK0+64} = 111,231 - 0,960 = 110,341 \text{ m}; \quad H_{PK0+64} = 110,341 \text{ m}.$$

Bir-birinden uzakda ýerleşen nokatlaryň absolýut beýikliklerini kesgitlemek üçin ýerine ýetirilýän çylşyrymly işe *uzaboýuna niwelirmek* diýilýär. Uzaboýuna niwelirmege perpendikulýar geçirilen niwelir ýörelgesine *keseligine niwelirmek* diýilýär.

Niwelirlenilýän çyzygyň profilini gurmak we birnäçe häsiýetli nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksady bilen amala aşyrylýan uzaboýuna niwelirlemeklige *trassany niwelirlemek* diýilýär.



8.9-njy surat. X nokadynyň alnyşy.

Stansiýada niwelirlemek işi geçirilende nokatlaryň arasyndaky beýgelme has uly bolsa (8.9-njy a surat), ýagny *PK3* bilen *PK4* piketleriň ortasynda niweliri ornaşdyrallyň, ony işçi ýagdaýa getireliň we yzdaky niwelir reýkasyna niweliriň görüş trubasy arkaly seredende, gorizontaň şöhle reýkanyň üstünden geçse, öňdäki reýka seredende bolsa, gorizontaň şöhle ýere ursa, onda bu piketleriň aralygyny goşmaça stansiýa bölüp niwelirlemek gerek bolýar. Netijede, *iksli(X-li)* nokady alarys (8.9-njy b surat). Bu nokatlaryň beýikligi ýer üstiniň profilini guranyňda hasaba alynmaýar. Iksli nokatlar, diňe baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikligini yzygiderlikde bir-birine geçirmek üçin ulanylýar.

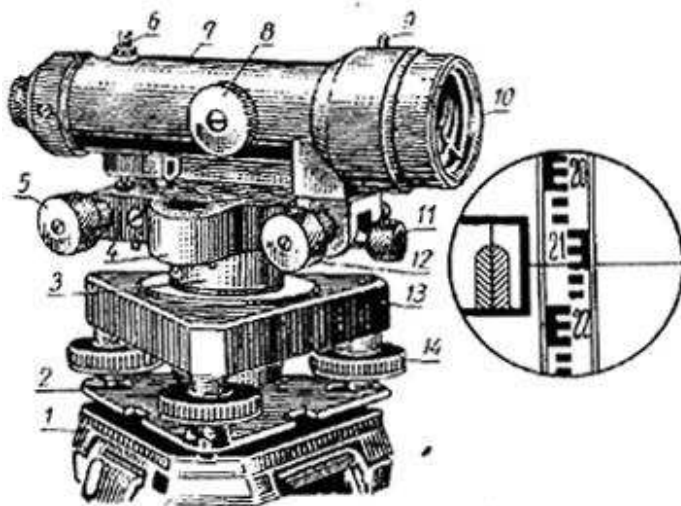
### 8.5. Niwelirleriň görnüşleri

Niwelirler nyşanalaýjy okunyň gorizonta ýagdaýyna getirilmeginiň usulyna baglylykda iki hili görnüşde bolýar. Olaryň arasyndan nyşanalaýjy oky silindirik uroweniň kömegi bilen gorizonta ýagdaýyna getirilýän niwelirler has-da tapawutlanýar. Şonuň ýaly-da, lazer niwelirler hem bardyr. Häzirki wagtda bu niwelirler has-da güýçli depginler bilen önümçilige ornaşdyrylýar. Olar, aýratyn hem gurluşyk meýdanlaryny tekizlemek işlerini geçirende giňden peýdalanylýar. Lazer niwelirlerinde gorizonta ýerleşen lazer şöhlesi, reýkanyň duýgur fotoelemntlerine täsir edýär we gerek bolan beýiklikde meýdany tekizlemäge mümkinçilik berýär. Häzirki wagtda, şu sanalan niwelirlerden başga-da elektron we sanly niwelirler giň gerimde ýaýraýar. Bu niwelirlerde nokatlaryň beýikligini, beýgelmesini we nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitlemek awtomatiki ýagdaýynda geçirilýär. Şeýle hem, alnan maglumatlaryň ählisi gaty magnitli göterijide ýazylmak bilen, informasiýalaryň *EHM-lerde* işlemek we ýer üstiniň sanly kartalaryny döretmek ýaly meseleleri hem çözülýär.

Soňky ýyllarda, nyşanalaýjy okunyň awtomatiki usulynda gorizonta ýagdaýyna getirilýän niwelirler hem önümçilige goýberilip başlanyldy. *HCM-2* şu

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.

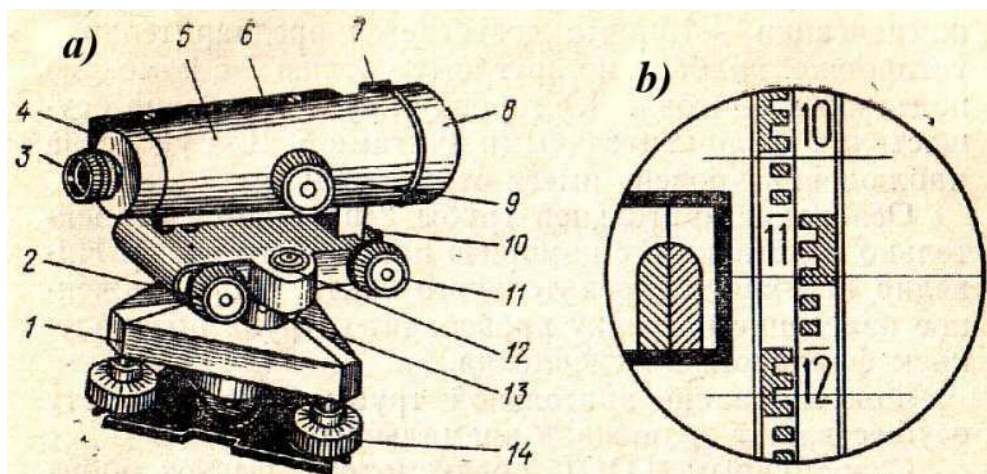
Niwelirleriň takyklygy boýunça käbir görnüşlerine seredip geçeliň:

**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 reýkasından alnan hasabyň  $2145 \text{ mm-e}$  deňligini görýäris.

Takyk niwelirleriniň hataryna girýän *H-3* (8.11-nji surat) we *HC-3* niwelirleri *HB-1* we *HCM-2* niwelirleriniň esasynda düzüldir. Görüş trubanyň ulaldyş derejesi  $30^{\times}$ , silindrik uroweniň böleginiň bahasy  $2 \text{ mm}$  ýa-da  $15^{\times}$  essedir. Bu niwelirleriň hem elewasion nurbaty bar. Ol  $1 \text{ km}$  aralygy  $\pm 4 \text{ mm}$  ortaça kwadrat

takyklykda niwelirlemäge niýetlenendir. *HC-3* niweliriniň nyşanalaýjy oky awtomatiki usulynda gorizonta ýagdaýyna getirilýär.

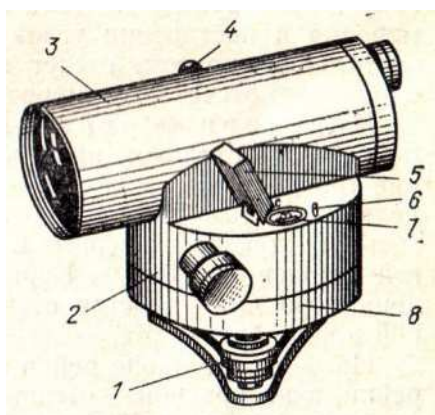


8.11-nji surat. Niwelir **H-3**:

1-görüş truba; 2-silindrik urowen; 3-görüş trubany göteriji nurbat; 5-görüş turbany berkidiji nurbat; 6-görüş trubany öwrüji nurbat; 7-guralyň wertikal oky; 8-metal goýguç.

*HT* we *HIIC* niwelirleri tehniki takykly niwelirlere degişlidir. Olar *HT*, *HB-1* we *HJ-3* niwelirleriniň ornuna işlenilip, has-da kämilleşdirilip ýasalandy.

*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. *HIIC* 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:

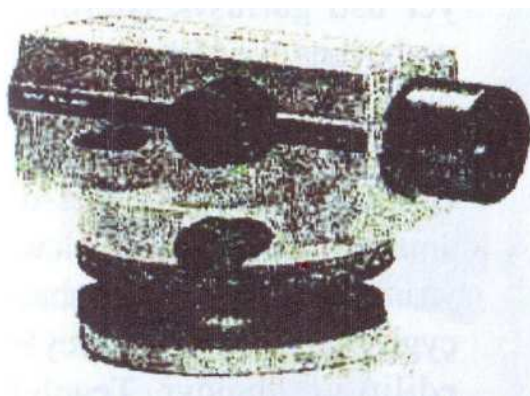
1 - göteriji nubatlar; 2 - öwrüji nurbat; 3 - görüş trubasy; 4 - kramalyer; 5 - serpikdiriji aýna; 6 - tegelek uriwen; 7 - göteriji nurbaty; 8-gorizonta tegelek.

**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  | $30^x$                        |
| 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 nyşanalamaga we takyk hasaplary almaga mümkinçilik berýär. Kompensatoryň perdesini bir gezek basmak bilen guralyň işleýşini 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 gyzył - 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. Nyşanalanylýan çyzyk awtomatiki ýagdaýynda kompensatoryň kömegi bilen gorizontal ýagdaýyna getirilýär. İşlemezden önürti, 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 niweliri.

**WILD firmasynyň NA2000 elektrton niweliri** (8.15-nji surat) dünýä bazarynda ilkinji elektron sanly niweliridir. Gural ölçegiň netijelerini awtomatiki hasaba alýar(registrlirleýär). 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. Ölçegiň 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.

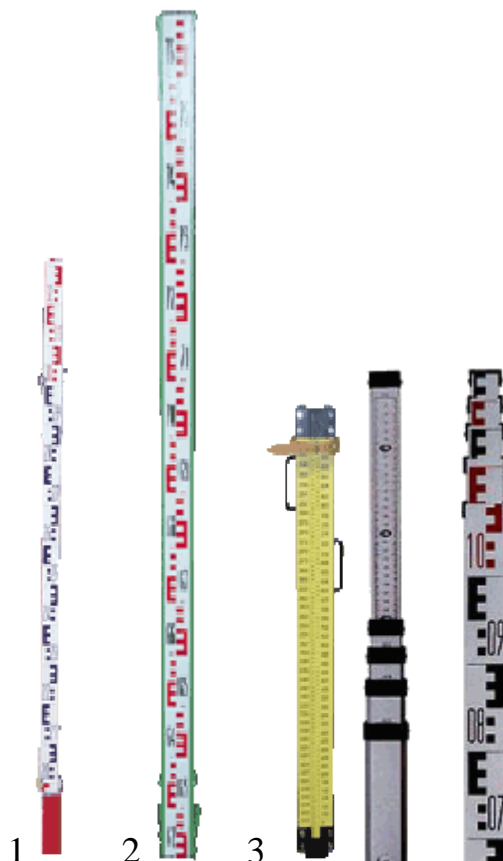
**Ulanylýan ýerleri:** ýol gurluşygynda ýer üstüniň profilini surata almakda, arhitekturada, ýeriň üstündäki islendik desgalaryň deformasiýalaryny kesgitlemekde, ýer üstüniň topografiýa kartasyny düzmek üçin surata almakda, ýer asty kommunikasiýalaryny surata almakda, emeli suw howdanlaryny gurmakda 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. Niwelirmekde işledilýän reýkalar

Niwelirmekde ulanylýan reýkalaryň uzynlyklary köplenç ýagdaýlarda *3-4 m*, *inliligi 8-10 sm* we galyňlygy *2-2,5 sm* ölçeglerde bolýar. Reýkalar özleriniň ulanylýan ýerlerine we ölçegiň 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. Niwelirlemekde işledilýän reýkalar.

Niwelirlemekde **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 beýgelmeleriniň iki gezek, ýagny bir gezek niwelirlände nokatlaryň arasyndaky hakyky beýgelmäni kesgitlemegi we ikinji gezek niwelirlenilmegi bilen, kesgitlenilen beýgelmäniň dogry tapylanlygyny barlanylýar. Reýkanyň gara tarapyndaky desimetr hasaplary *0-dan 30-a* çenli sanlar bilen, emma gyzyň tarapynyň başlangyç hasaby 4684, 4784, 4700 we 4800 *mm*-lik sanlardan başlap belgilenilýär. Bütewi reýkalar uzyn bolanlygy sebäpli, olar uzak aralyklara äkitmekde (transportirovka etmekde) we abzalhanalarda saklamakda, belli bir kynçylyklary döredýär.

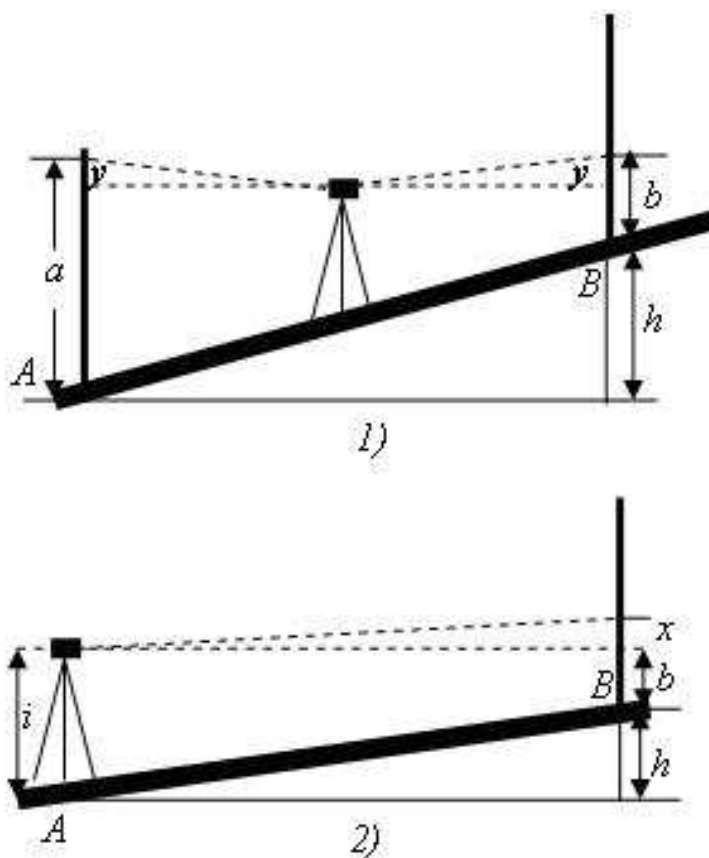
**Sürme reýkalaryň** (8.16-njy 2 surat) uzynlygy *2,1-2,2 metr* bolup, iki sany reýladan ybarat bolýar. Reýkalar bir-birine demir bentler bilen birleşdirilýär. Eger-

de beýgelme 2 metrden köp bolsa, onda ýeriň çäginini niwelirlemekde yzky reýka ýokary, reýkanyň yzdaky berkidişi nurbaty boşatmagyň esasynda ýokary çykarylmany 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 çäginini 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, berkidişi 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 nilewir bilen işlemäge başlamazdan önürti, 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 gorizont almagynyň daşyndan hiç hili bökdeniçsiz

aýlanmagyny 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 gyşarýar. 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 goýgujyndaky 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 gyşarmasa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Ýöne uroweniň düwmesi nol puntadan, onuň gyralaryna 2 bölekden köp gyşarsa 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 gorizontallynyň, 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 görüşi trubasynyň nyşanalaýjy okunyň gorizonta ýagdaýynda beýgelmäni ölçemekde, hasaply bölekleriň gorizonta sapaga dogry gelmegi bilen alnyp barylýar.* Bu şerti barlamakda uzynlygy 100 metr gelýän çyzygy, öňe niwelirmek usuly bilen iki gezek niwelirmegiň netijesinde barlaýarys. Netijede, aşakdaky aňlatma alynýar:

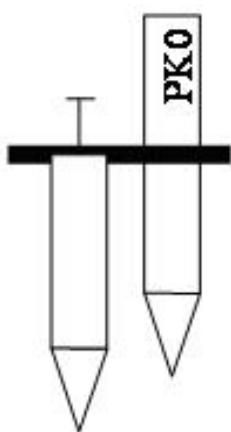
$$x = \frac{i_1 - i_2}{2} = \frac{b_1 - b_2}{2}.$$

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 gorizonta çyzygyna dogurlap, beýgelmäni ölçemegiň hasaply böleklerinden (ştrihlerden) 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 ýagdaýynda 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 niwelirmegi relýefiň mikroşekilini almaga mümkinçilik berýär.



8.18-nji surat.

**Profili** gurmak maksady bilen geçirilýän niwelirmek işleri aşakdakylary öz içine alýar:

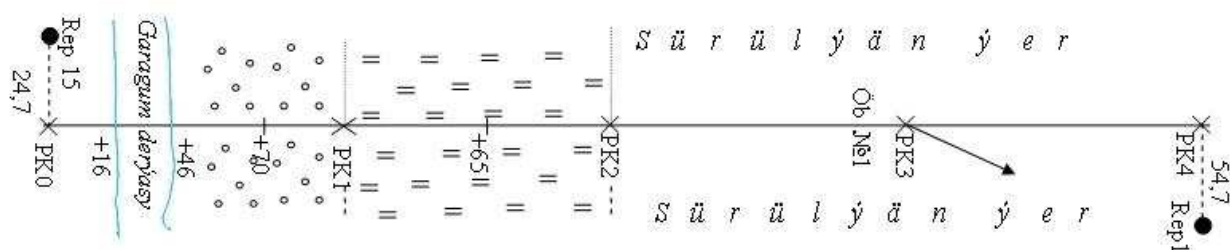
- çyzygy niwelirmäge taýýarlamak ýa-da piketleri bölmek;
- niwelirmegiň meýdan işleri;
- meýdan žurnalyny işlemek, piketleriň beýikliklerini hasaplamak we profili gurmak;

Piketleri bölmezden öňürti, niwelirlenilýän çyzyk boýunça ýerde öwrüm nokatlara çelgileri ornaşdyrýarys. Soňra, öwrüm çyzyklarynyň gorizonta 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.

Enňitleriň 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.  $1$ -nji 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.

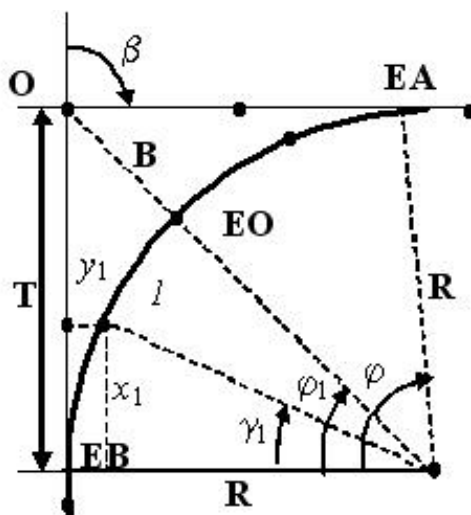


8.19-njy surat. Piketaž žurnaly.

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 diýiligidir.

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 göre sagda we çepde ýerleşmegi mümkindir. Trassanyň öwrüm burçlary gorizonta burçlary ölçeyji gurallaryň (teodolidiň,

gorizontal tegelekli niweliriň) kömegi bilen ölçenilýär. Tegelegiň radiusyny teswirlenilýän gurluşyň tehniki ýagdaýyna görä alýarlar. Öwrüm nokatlarynyň esasy nokatlarynyň ýerleşmegi, öwrüm nokadyň depesinden ýörelge boýunça öňe we yza alynýar. Göniniň bu kesimlerine *tangens* diýilýär we  $T$  harpy bilen belgilenilýär (8.20-nji surat). Öwrüm egrisiniň ortasy *bissektrisa* bilen kesgitlenilýär we  $B$  harpy bilen belgilenilýär. Tangensiň we bissektisanyň ululygy formulalardan alnan hasaplar boýunça kesgitlenilýär.



8.20-nji surat. Ýol egrisiniň elementleri.

Tangensi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$

Bissektisany bolsa aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R.$$

Bissektisanyň bahasyny öwrüm burçunyň we radiusyň ululyklary boýunça düzülen ýörite tablisadan tapmak bolar.

Öwrüm egrisi boýunça piketleri (piketažy) bölmekde, egriniň uzynlygyny( $E$ ) we domeriň( $D$ ) bahasyny bilmelidir. Bu ululyklary aşakdaky formulalaryň kömeginde kesgitlemek bolar:

$$E = \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot \beta \quad \text{we} \quad D = 2 \cdot T - K.$$

Ululyklary kesgitlemekde ýörite tablisadan peýdalanylýar. Alnan elementler boýunça aşakdaky hasaplamalar geçirilýär:

1. Trassanyň öwrüm burçuna çenli aralykdan tangensiň( $T$ ) ululygyny aýyryýars we netijede, öwrüm egrisiniň başlangyç nokadyny tapýars;

2. Öwrüm egrisiniň başlangyjyna, egriniň( $E$ ) bahasyny goşup öwrüm egrisiniň ahyrky nokadyny tapýars;

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 bissektrisanyň 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* koordinatlaryny 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 barylýarlar.

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 göwrümlü teodolitleriň(2T30, 2T30II we ş.m..) önümçilikde ulanylyp başlanylmagy, keselikleriň beýikliklerini kesgitlemekde trigonometriki niwelirlemegiň kömegi bilen surata almaklygy ýola goýdy. Onuň üçin teodoliti deňişli piketiň ýa-da goşmaça nokadyň üstünde goýýarys. Trassanyň haýsy hem bolsa bir tarapyndan  $90^{\circ}$ -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 öndürililigidir, ýagny keselikleri önünden ýeriň üstünde bölmek gerek bolmaýar. Bir stansiýadan, islendik görnüşli eňňitlikde 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 dogrulugy, 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 gyzy tarapyndan hasap( $a'$ ) alynýar;
- öňdäki reýkanyň gyzy 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( $h_1=h_2$ ), bir-birine deň ýa-da olaryň tapawudy ulanylan guralyň ölçeg takyklygyndan geçmeli däl. Tehniki takykly niwelirmek üçin  $\pm 5 \text{ mm-den}$  uly bolmaly däl. Iki taraply reýkalar işledilende, reýkany her gezek goýmakda gyzy we gara taraplardan alnan hasaplaryň tapawudy, reýkanyň gyzy 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  $10-15 \text{ sm}$  göterýäris ýa-da düşürýäris;
- yzdaky reýkadan hasap( $a_2$ ) alýarys;

- öňdäki reýkadan hasap( $b_2$ ) alýarys;
  - nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni iki gezek hasaplap çykarýarys.
- 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 ulanylýan 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.

$$\sum_{i=1}^n h_{goni} = \sum_{i=1}^n h_{ters}.$$

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 absolyt beýikligi belli bolan nokadyndan başlap ýene-de şu nokada gelinýär. Niwelirmegiň netijesi, ýagny beýgelmeleriň jeminiň  $0(nola)$  deň bolmagy hökmanydyr. Aňlatma aşakdaky ýaly berilýär:

$$\sum_{i=1}^n h_{olcenen} = 0.$$

4) *Absolyut 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 gelýän 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:

$$m_{orta} = \pm m_p \cdot \sqrt{2}.$$

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 pikir etsek, onda 1 km aralygy niwelirmekde 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.

### 8.11. Ýoluň (trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak

Geometriki niwelirlemegiň netijelerine hem-de piketaž žurnalynyň maglumatlaryna esaslanylýp, 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 gorizonta ugurda  $1/2000$  we wertika 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 gyzy tarapyndaky başlangyç hasabyny yzdaky we öňdäki nokatlar üçin(yzky  $k=a-b$  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 gyzy 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 gyzy 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:

$$\sum_{i=1}^n 2h_{hasap} = 16470 \text{ mm}.$$

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

$$\sum_{i=1}^n h_{bolmaly} = H_{ahyrky} - H_{başlangyç}.$$

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. Tapylan ýalňyşlygyň dogrulygyny barlamak üçin goýberlen ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Tehniki niwelirlemek 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, edilýän talaby doly kanagatlandyrýar we şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$f_h \leq f_{hgoyber}, \text{ onda } 9 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$$

7. Tapylan ýalňyşlygy ýörelgedäki her bir stansiýanyň orta beýgelmesine ters alamaty bilen paýlaýarys. Paýlanan ýalňyşlygyň jemi ters alamaty bilen tapylan 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 reperiniň 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, geçirilen 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;  $b$  - ahryky 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 ( $D = GG - GG'$ ) tehniki 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:

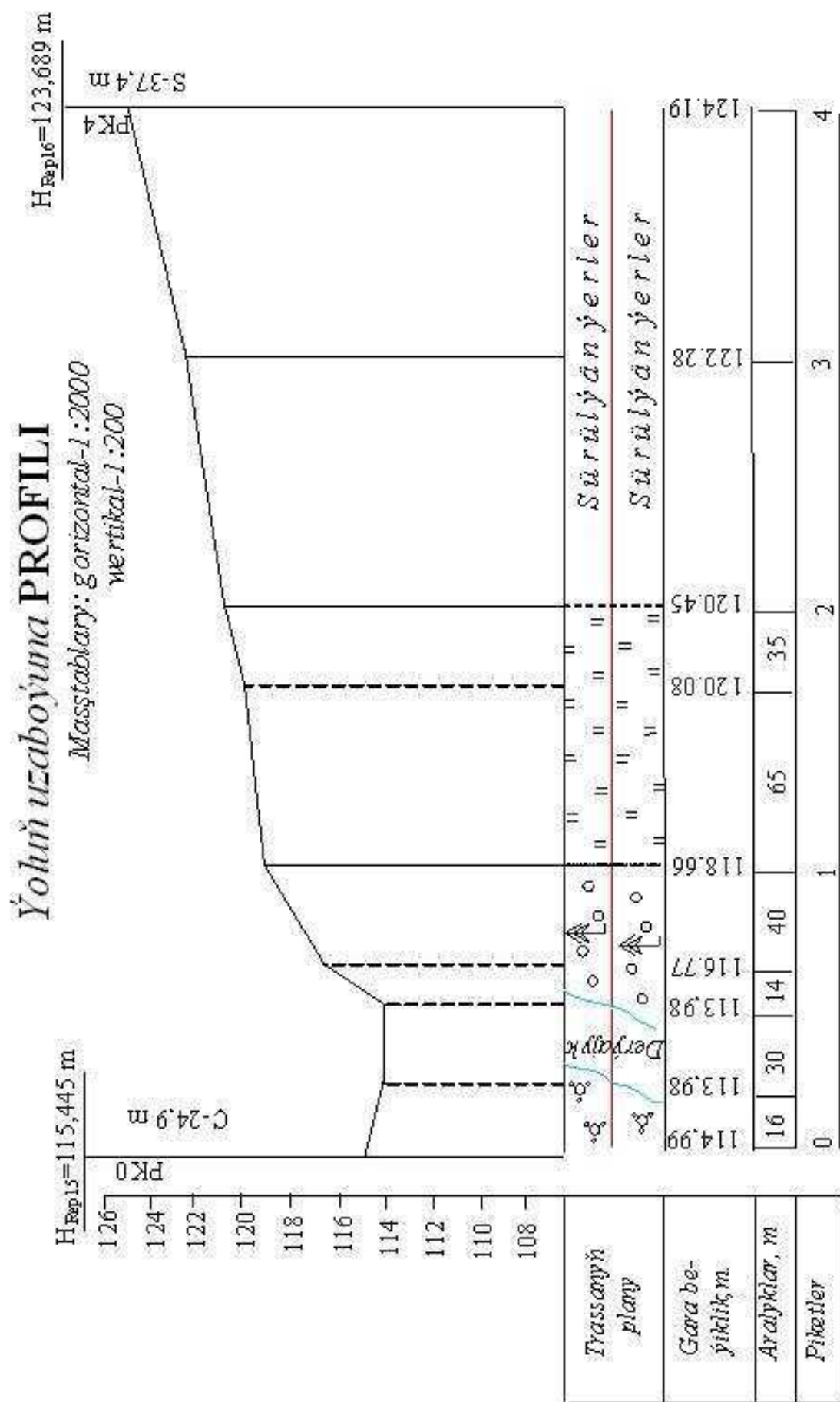
$$H_{aralyk} = GG_{orta} - b.$$

Bu ýerde  $b$  - aralyk nokatlardan alnan hasaplar, m.

**2-nji mysal.** II stansiýadaky aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplalyň. Olaryň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{PK0+16} = 116,952 - 2,972 = 113,980 \text{ m;}$$

$$H_{PK0+46} = 116,952 - 2,967 = 113,985 \text{ m.}$$



8.21-nji surat. Ýer üstüniň uzaboýuna 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 hasaplandan 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 - gyzyl, 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 eňnitligi (ýapgytlyk burçy) boýunça geçirmek bolar. Bu ýagdaýda taslamadaky berlen çyzygynyň goýberilýän ýapgytlygyndan peýdalanylýar. Çyzygyň eňnitligi ( $i$ ) nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň ( $h$ ), olaryň arasyndaky gorizental kesimiň uzynlygyna ( $S$ ) gatnaşygydyr. Bu aňlatmany aşakdaky yaly ýazmak mümkindir:

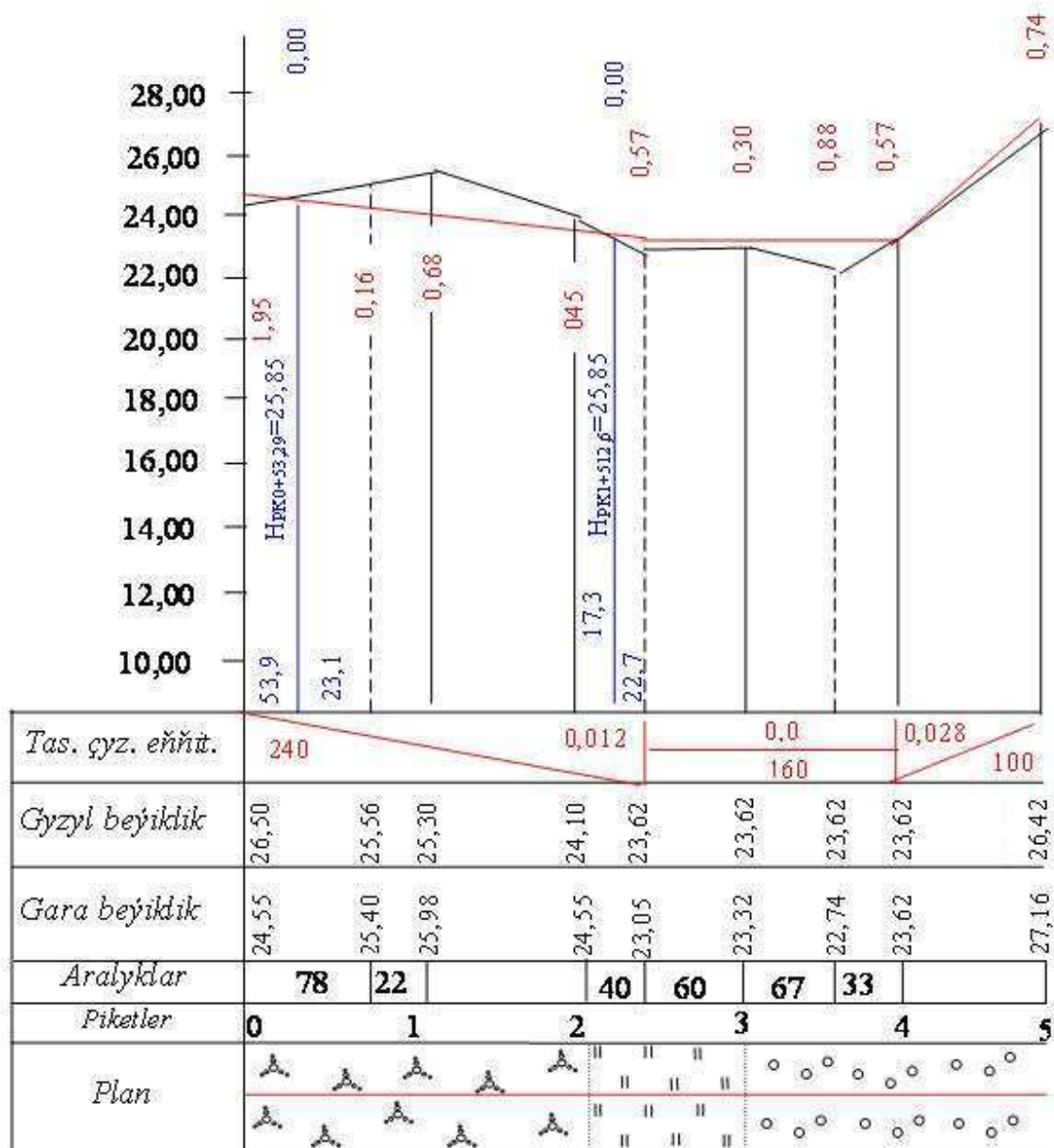
$$i = \frac{h}{S}.$$

Eňnitligiň alamaty goşmak we aýyrmak bolup, ol beýgelmäniň görnüşine baglydyr.

Beýgelme ( $h$ ) gönüburçly üçburçlygyň ýapgytlyk burçunyň ( $\nu$ ) garşysyndaky ýatan katetdir, gorizental kesim bolsa Şonuň üçin, eňnidiň( $i$ ) gatnaşygyny aňladýan sandan daşary, ýapgytlyk burçuny hem kesgitleýäris. Eňnidi göterimde (%) ýa-da münlügen bir böleginde (promillde,  $\text{‰}$ ) aňlatmak bolar. Meselem,  $h=1,00\text{ m}$ ,  $S=100\text{ m}$  bolsa, onda  $i=0,010$ ,  $\nu=5,7^\circ$ ,  $i=10\text{ ‰}$ , -10 münlige ýa-da 10 promil baha deň bolýar.

# ÝOLUŇ UZABOÝUNA PROFILI

Masştablary: gorizonta1-1:2000  
wertika1-1:200



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 döwürleme nokatlarynyň asma çyzyklar bilen gabat gelip, olaryň beýiklikleriniň belli bolmagy, derýalaryň

ýa-da beýleki suw obýektleriniň ýokarsyndaky taslama çyzygyň ýagdaýynyň goýlan çäkden 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  $12 \text{ }^0_{00}$  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:

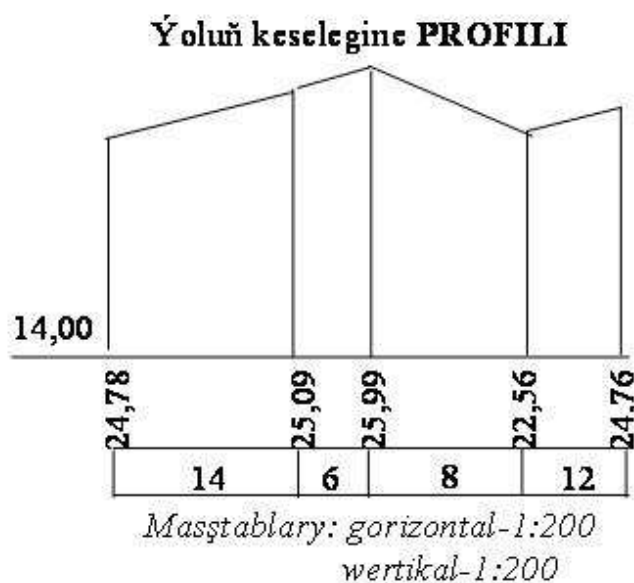
$$i = -2,80/100 = 0.028 \text{ ýa-da } 28 \text{ promill( } ^0_{00} \text{ ) bolar.}$$

Alnan eňňit boýunça profiň 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 tapylyr. Bu hasaplanan beýiklikleriň ählisini profiň 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 anyklanyldy.

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 çyzgyň ýokar-synda, emma oýlyk ýerlerde bolsa, taslama çyzgyň aşagynda ýazýarys.

Profiliň çyzgy bilen, taslama çyzgynyň 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 gorizonta kesimiň uzynlygy, m;  $H_{tas}$  - başlangyç nokatdaky işçi beýiklik, m.

Üçburçlugyň meňzeşligine esaslanyp, gorizonta 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 nokadynda 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.

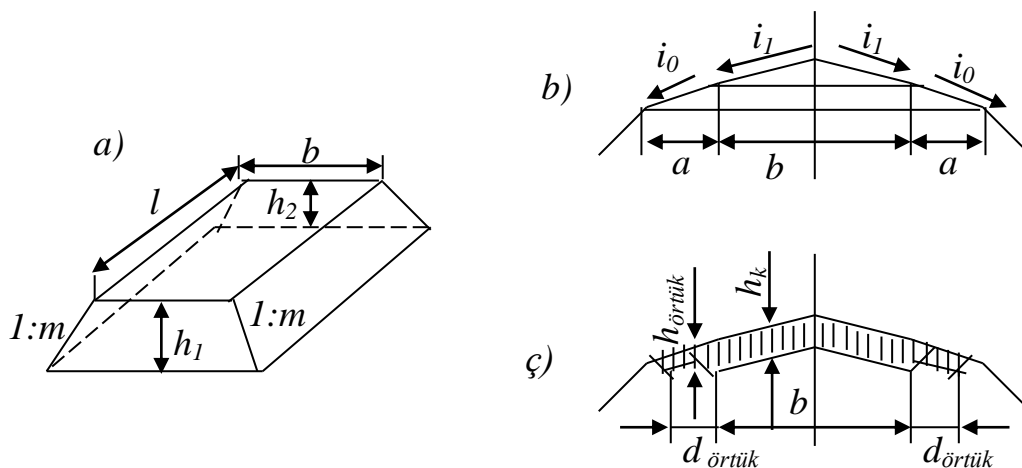
Profilde taslamanyň netijelerini: gyzyt tuş bilen taslama çyzgyna degişli bolan ähli maglumatlar(taslama çyzgy, nokatlardaky işçi beýiklikler), gök tuş bilen - nol işli nokatdan profiliň şertli üstüne çenli wertikal çyzgy, nul işli nokatlaryndan profile ýakyn nokatlara çenli aralyklary( $d_1$  we  $d_2$ ) 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:

$$V_1 = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m \cdot (h_2 - h_1)^2}{4} \right] \cdot l.$$

Massiwiň umumy göwrümi(oýlykda ýa-da güberçekde) kiçi bölekleriň jemi görnüşinde tapylýar:

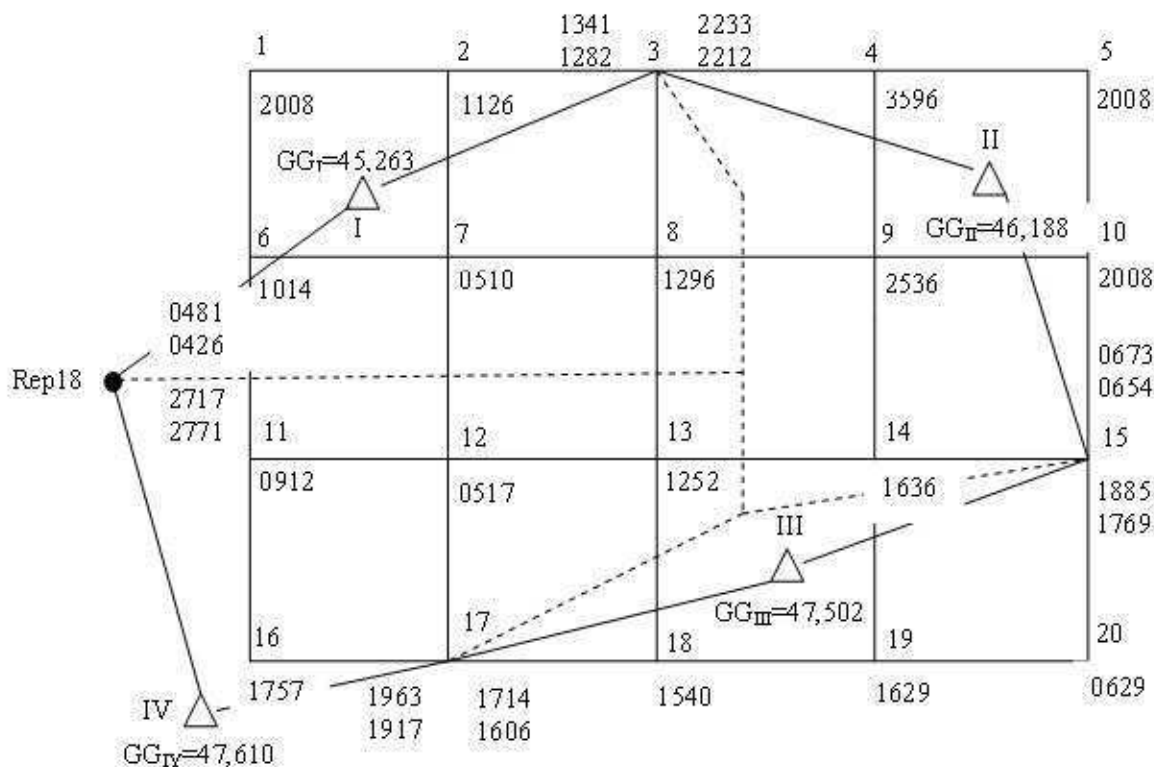
$$V = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{F_{i-1} + F_i}{2} - \frac{m_i \cdot (h_i - h_{i-1})^2}{6} \right] \cdot l_i$$

Eger-de goňşy keselikdäki bölekleriň işçi belligi 2 metrden köp bolmasa we uzynlygy 50 metrden geçmese, onda deňlemäniň ikinji agzasyny hasaba almasaň hem bolar, şu ýagdaýda formula aşakdaky görnüşe geler:

$$V_1 = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l.$$

Awtomobil ýolunyň toprak örtüginin (polotnasyny) göwrümini kesgitlemekde, doly formulanyň deňlemesinde akýan (stoçnoý) prizmanyň we ýol örtüginin ýerleşdirmek üçin kersen(koryta) gurluşynyň hem-de ýoluň gyrasyny berkitmekde üýtgemeleri hasaba almak zerurdyr.

Meýdanly ýeriň üstüni kwadrat, magistral we perpendikulýar çyzyklar usullarynda niwelirlemek bolar. Meýdany kwadratlara bölüp niwelirlemek usuly köpräk ulanylýan usuldyr. Kiçiräk tekiz meýdanyň uly masştably topografiki planyny düzmekde, şu usul ulanylýar. Uzaboýuna giden ýeri niwelirlemekde bolsa magistral we perpendikulýar çyzyklardan peýdalanylýar (8.25-nji surat).



421

Gurluşyk geçjek meýdany niwelirmek maksady bilen taslamany (proýektini) 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  $90^{\circ}$ -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.

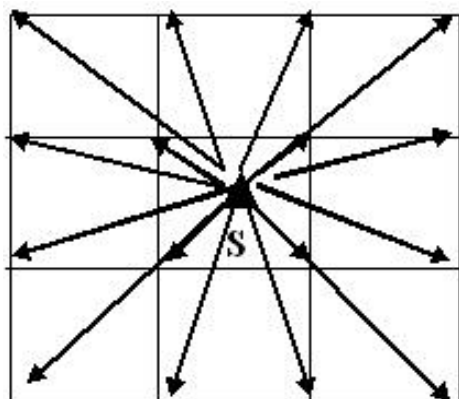
Adatça, daşky kwadratlaryň depeleri metal truba ýa-da ağaç sütün bilen, galan kwadratlaryň depelerini ýeriň üsti bilen deň edilip, gazyklary kakyp belgileýärler. Bu gazyklara *piketler* diýilýär. Piketleriň ýanyna ýerden beýigräk edip ( $5-10$  sm çemesi) ikinji sakçy gazyk kakylýar. Sokçy gazyga piketiň 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.

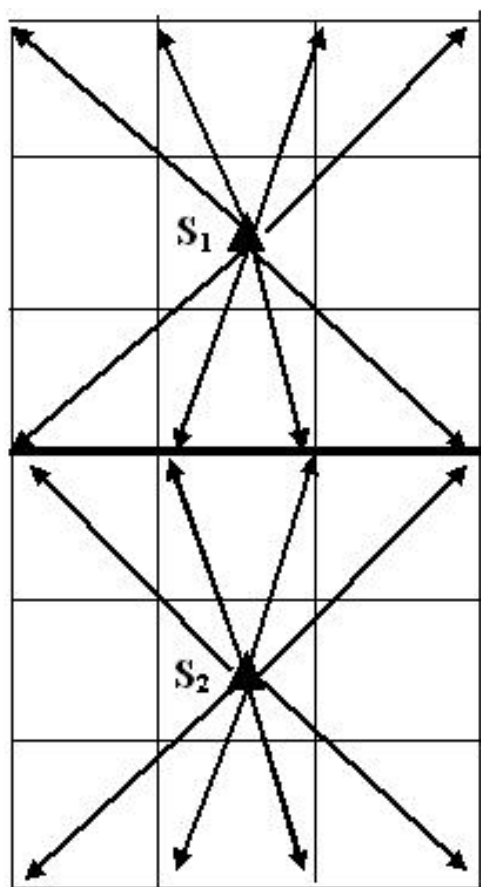
### **8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirmek**

Niwelirlenilýän meýdan  $200 \times 200$  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 baglanyşdyrylýar.



8.26-njy surat. Üsti kwadratlara bölüp bir stansiýadan niwelirlemek.



8.27-nji surat. Üsti kwadratlara bölüp birnäçe stansiýadan niwelirlemek.

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 ( $S_1$  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, üzňe çyzyk arkaly görkezilendir.

Baglanyşdyryan nokatlaryň beýikliklerini hasaplap çykarmak maksady bilen, her bir baglanyşdyryan 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 çäki ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{h\text{ çäkli}} = \pm(10\text{ mm} \cdot \sqrt{n}).$$

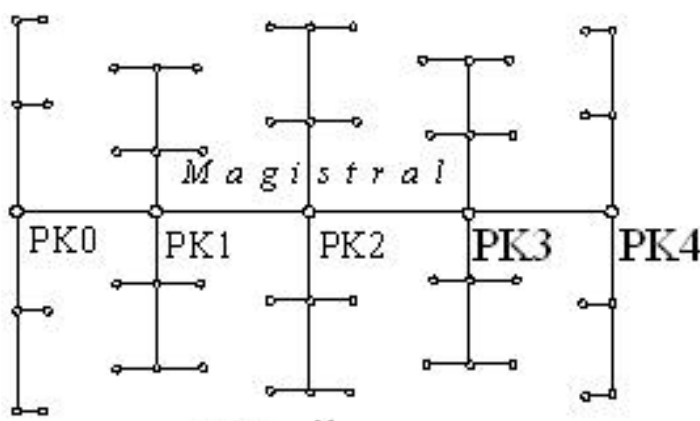
Eger-de alnan netije  $f_h \leq f_{h\text{ goýber}}$  deňsizligi kanagatlandyrsa, onda ölçeg dogry geçirilen hasaplanylýar. Hasaplanylan orta beýgelmeleri(eger-de, ol ýol berilýän bolsa) tapylan ýalňyşlygyň ters alamaty bilen, her bir stansiýada hasaba almak arkaly jemleýärler we düzedilen ýalňyşlyklary 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 niwelirlemek.

Perpendikulýar çyzyklar piketlere bölünip, ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Soňra, magistral ýörlegedäki piketler we aralyk nokatlary uzaboýuna niwelirlemekdäki ýaly perpendikulýar çyzyklardaky häsiýetli nokatlary, niwelirlemekdäki ýaly işlenilip çykylýar. Magistral ýörelgede öwrümli nokatlaryň gorizont 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 üsti bilen hasaplanylýp çykarylýar. Ýörelgede perpendikulýarlary ekeriň kömegi bilen geçirmek hem bolar.

## 8. 17. Niwelirlemegiň netijelerine esasanyp plany gurmak

Oňat çyzylýan kagyza(watmana) berlen masştabda kwadratlaryň tor çyzylýar. Niwelirlemek magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda geçirilen bolsa, onda plan *magistral* we *perpendikulýar* çyzyklarynyň öwrümli nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça çyzylýar. Soňra, surata almagyň krokisine esasanyp, sudurlar hem-de baglanyşdyryjy we aralyk nokatlar plana düşürilýär. Nokatlaryň ýanyna(mümkün bolsa sag tarapynda) olaryň tertibi we 0.01 m-e çenli tegeleklenen 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. Baglanyşdyrýan 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 “*Baglanyşdyrýan nokatlaryň tertibi*” bolup, oňa şol nokatlaryň tertibi ýazylyar.

8.6-njy tablisa

**Baglanyşdyrýan 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 hasaplandan 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 niwelirlemekde 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 niwe-lirlemegiň çyzgysynyň esasynda, aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$H_I = H_{Rep18} + h_{Rep18-3} = 44.837 + (-0,861) = 43,976 \text{ m}$$

Hasaplamanyň barlagy hökmünde reperini(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:

$$GG_3 = H_3 + a = 43,976 + 1,282 = 45,258 \text{ m}$$

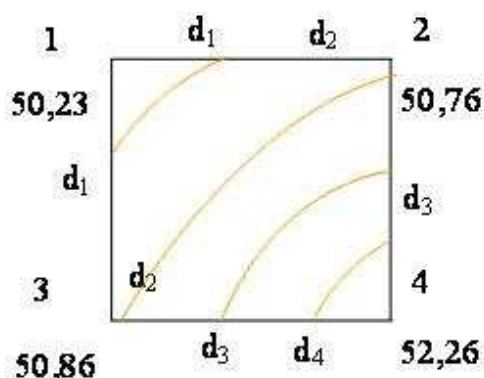
Şu usul bilen galan ähli stansiýalar boýunça guralyň gorizontyny hasaplap çykýars. Her bir stansiýada guralyň gorizontynyň üsti bilen aralyk nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar. Hasaplamagy aşakdaky tertipde geçirýäris:

$$H_1 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 2,008 = 43,255 \text{ m};$$

$$H_2 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 1,126 = 44,137 \text{ m};$$

$$H_{16} = GG_{IV-b} = 47,610 - 1,737 = 45,873 \text{ m}.$$

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 - ölçýjiniň 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 çyzyk çyzýars, çyzygyň 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 - ölçýjiniň kömegi bilen alyp goýýars we şu üstde ýatan kwadratlaryň depelerini galamyň kömegi bilen nokat goýup belleýäris, netije-de planda 5-nji nokadyň ýagdaýyny tapýars. Şu ugurdan transportiriň kömegi arkaly 90°-a deň bolan burçy alyp goýup, 1-16 ugry tapýars. Şu ugur boýunça 1-16 ugurda 60 metre deň bolan aralygy we her 20 metr aralykdan kesimleri bölmek bilen, d<sub>4</sub> kwadratlaryň depelerini tapars hem-de 16-njy nokadyň ýagdaýyny planda alars. Şular ýaly tertipde surata alnan ýeriň dört burçuny hem gurýars. Kwadratlary daş töwregi boýunça gurandan soňra, gurmaýyň dogry geçirilenligini barlamak zerurdyr. Gönüburçlugy gurandan soňra, onuň içindäki kwadratlaryň depelerini tapýars. Her bir kwadratyň gurlan depeleriniň ýanynda, 0,01 metre çenli tegeleklenen kwadratlaryň depeleriniň hasaplanan beýiklikleri ýazylýar. 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 deňişlilikde 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 kesgitläris (8.30-njy surat):

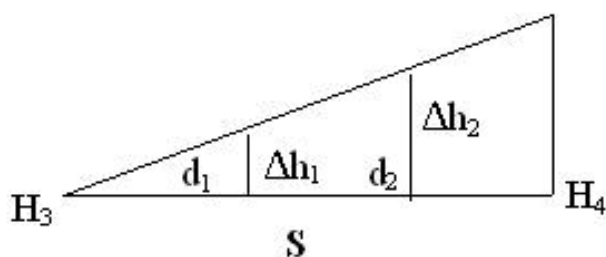
$$\frac{d}{S} = \frac{\Delta h}{h} \text{ onda } d = \frac{\Delta h \cdot S}{h}.$$

Biziň mysalymyzda:

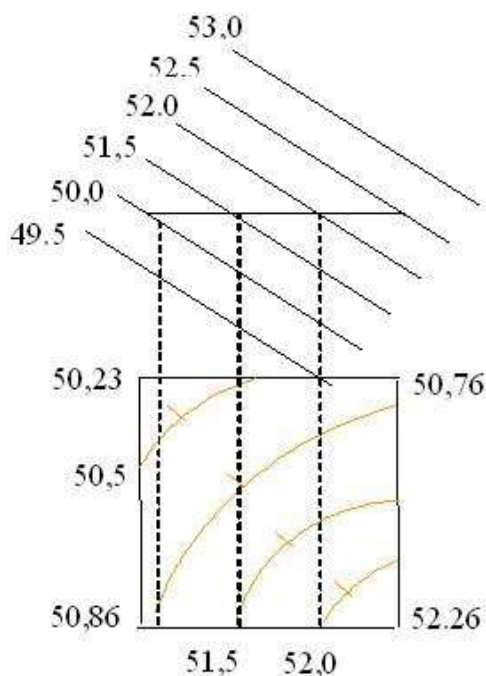
$$d_1 = \frac{0,27 \cdot 20}{0,53} = 10,2 \text{ m.}$$

$$\Delta h = 50,50 - 50,23 = 0,27 \text{ m.}$$

$$h = 50,76 - 51,00 = 0,24 \text{ m.}$$



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:

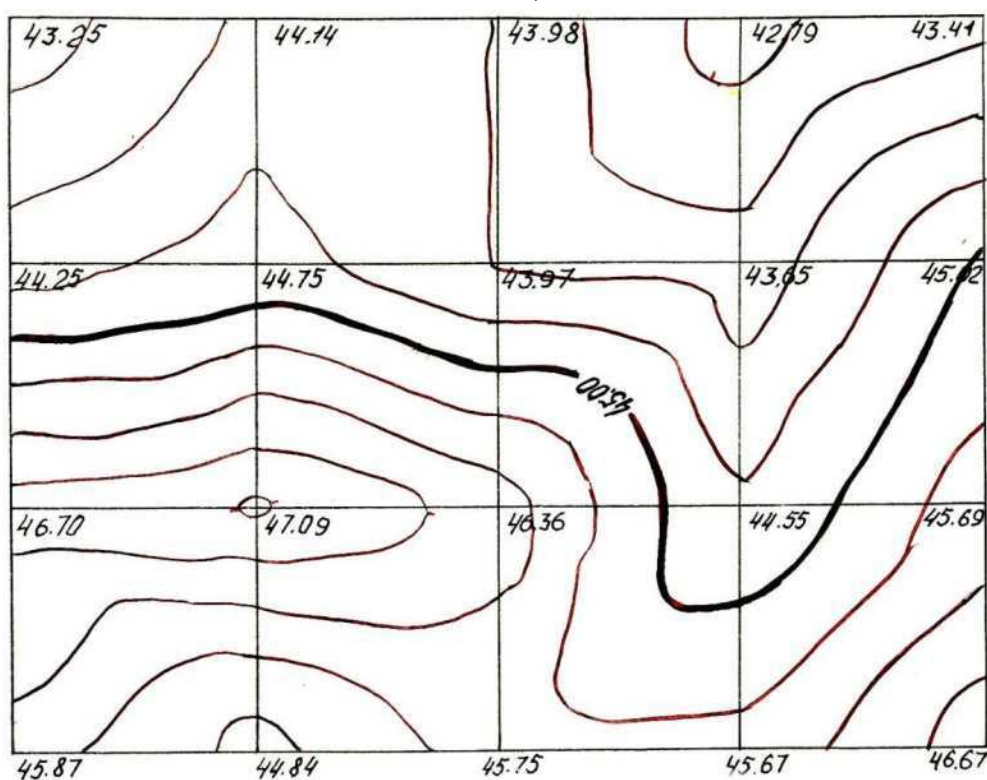
$$d_2 = \frac{0,24 \cdot 20}{1,50} = 3,2 \text{ m.}$$

$$\text{Bu ýerde: } \Delta h = 51,50 - 51,00 = 0,50 \text{ m.}$$

$$d_3 = \frac{0,50 \cdot 20}{1,5} = 6,7$$

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.

### Üsti kwadratlara bölüp niwelrlmegiň PLANY



1:500

Bütewi gorizontallar 0.5 metrden geçirilen

8.32-nji surat. Üsti kwadratlara bölüp niwelirlmegiň plany.

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.

Interpolirlmegiň grafiki takyklygy, wertikal masştaba baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, interpolirlmegiň takyklygy şonça-da ýokary bolýar. Gorizontallary interpolirmek üçin ýuka, aňyrsy görünýän kagyzlarda geçirmek amatlydyr.

Ýagny, parallel çyzyklary kalka diýlip atlandyrylýan kagyza çyzmak bilen paletkany ýasamak bolar(8.31-nji surat).

Paletkany çyzygyň üstünde goýup çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýikliklerine degişli parallel çyzyklaryň arasynda, paletkany aýlap ýerleşdirýäris. Soňra çyzyk bilen gorizontallaryň kesişme nokatlaryny iňňäniň kömegi bilen deşip, gurulýan planyň üstüne geçirýäris. Başlangyç nokatdan ähli ugurlar boýunça paletka arkaly geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny belleýäris we birmeneňes bahaly gorizontallary galam bilen mylaýym birleşdirýäris. Soňra ýzygiderlikde kwadratyň 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 geçirlen bolmalydyr. Her  $2,5\text{ metre}$  kratnylary galňaldylýar. Eňňidiň ugry bergstrihleriň kömegi bilen görkezýäris. Planda, käbir gorizontallaryň beýikligini görkezmek üçin sanlar ýazylýar. Ýazylyan sanlaryň ugry eňňidiň beýik tarapyna ugrukdyrylyp bilen geçirilýär. Planda, onuň masştaby, relýefiň kesişme beýikligi, meridianyň ugry (gözüetimiň ugry) we beýleki şertli begileri görkezilýär (8.32-nji surat).

### 8.18. Gorizont tekizligi teswirlemekde geodeziki hasaplamalar

Bu işi ýerine ýetirmek üçin mikrokalkulýator, iş depderçesi, millimetr kagyzy, reňkli galam, ýönekeý galam (T,1T, 2T) we çyzgyç gerekdir.

Gorizont 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, trolleýbus parklaryny we ş.m. teswirlemekde zerur bolýar.

Wertikal tekizligi teswirlemek üçin niýetlenen territoriýany, taraplarynyň uzynlygy  $10, 20, 40$  we  $50\text{ metr}$  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 interpolirmek ýoly bilen ýa-da berlen ýeriň üstünde geometriki niwelirlenmegi geçirmek bilen kesgitlenilýär.

Hasaplamagy geçirmegi “ýer üstini kwadratlara bölüp niwelirmek” 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.

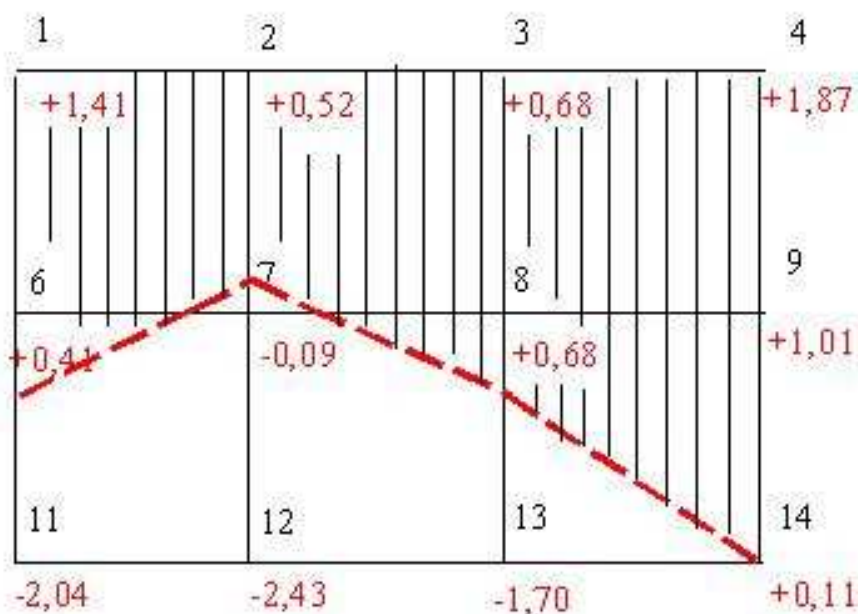
|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 2     | 3     | 4     |
| 43,25 | 44,14 | 43,98 | 42,79 |
| 0,46  | 1,35  | 1,19  | 0,00  |
| 6     | 7     | 8     | 9     |
| 44,25 | 44,75 | 43,97 | 43,65 |
| 1,46  | 1,96  | 1,18  | 0,86  |
| 11    | 12    | 13    | 14    |
| 46,70 | 47,09 | 46,36 | 44,55 |
| 3,91  | 4,30  | 3,57  | 1,76  |

8.33-nji surat. Topgöwrümini kesgitlemek üçin material.

Nokatlaryň şertli beýikligi aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$h_s = H_i - H_{min}.$$

Bu ýerde  $H_i$  - berlen kwadratynyň 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 kwadratlar boýunça in kiçi beýiklikli nokat 4-nji nokat bolýar. Onuň

beýikligi  $H_{min}=42.79\text{ m}$  bolar. 1-nji nokatda şertli baha  $h_y=43.25 - 42.79 = 0.46\text{ m}$ ; 2-nji nokatda  $h_y=44.14-42.79 = 1.35\text{ m}$ ; 6-njy nokatda  $h_y = 44.25 - 42.79=1.46\text{ m}$ ; 7-nji nokatda  $h_y=44,75-42,79=1,96\text{ m}$  sanlara deňdir. 1-nji, 4-nji, 11-nji we 14-nji nokatlar bir kwadrat, 2-nji, 3-nji, 6-njy, 12-nji, 13-nji depeler iki sany kwadrat üçin umumy bolup, 7-nji we 8-nji depeler dört sany kwadrat sebäpli umumydyr.

$$\sum h_{y(1)} = 0.46 + 0.00 + 3.91 + 1.76 = 6.13\text{ m};$$

$$2\sum h_{y(2)} = 2 \cdot (1.35 + 1.19 + 1.46 + 0.86 + 4.30 + 3.57) = 26.26\text{ m};$$

$$3\sum h_{y(1)} = 0.00\text{ m}; 4\sum h_{y(1)} = 4 \cdot (1.94 + 1.18) = 12.48\text{ m}.$$

Alnan netijeleri gorizont(al) tekiz) meýdanyň taslamaly beýikliginiň formulasyna goýmak bilen aşakdakyny alarys:

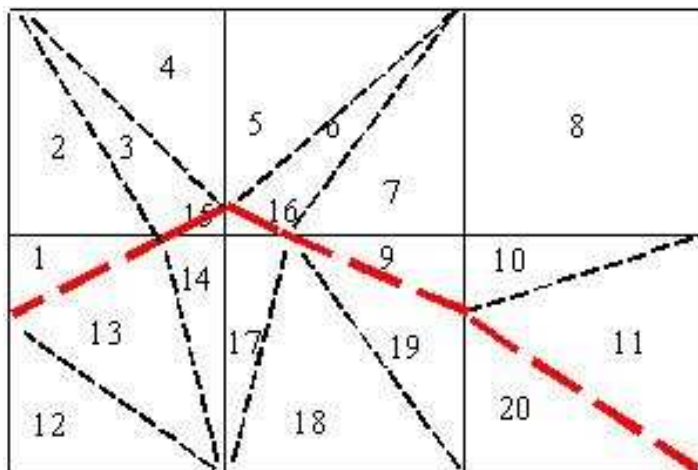
$$H_T = 42,79 + \frac{6,13 + 26,26 + 0,00 + 12,48}{4 \cdot 6} = 42,79 + \frac{44,87}{24} = 44,66\text{ m}.$$

Gorizont(al) tekizligiň taslama beýikligini EHM-niň kömegi bilen, ýörite düzülen programmalaryň arkaly geçirmek has-da amatlydyr.

Soňra kwadratlaryň her bir depesiniň beýikliginiň işçi beýikligini aşakdaky formula bilen hasaplaýarys:

$$h_i = H_T - H_i$$

1-nji nokadyň işçi beýikligi  $h_1 = 44.66 - 44.25 = 0.41\text{ m}$ ; 2-nji nokadyň işçi beýikligi  $h_2 = 44.66 - 44.14 = 0.52\text{ m}$  we edil şular ýaly galanlary hasaplanylýar (8.33-nji surat).



8.35-nji surat. Umumy meýdany kesgitlemegiň shemasy.

Eger-de kwadratda dürli alamatly işçi beýiklik bar bolsa, onda şu kwadratdan nol işli çyzyk - işçi beýikligiň bahasynyň nola deň çyzygy geçýär. Nol beýiklikli çyzyk berlen ýerde topragyň güberçek we oýluk bölekleriniň araçağinden geçýär. Kwadratynyň taraplarynda nol işli çyzygy gurmak üçin *nol işli nokadyň* geçýän ýerini aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$l_1 = \frac{[h_{P1}]}{[h_{P1}] + [h_{P2}]} \cdot a; \quad l_2 = \frac{[h_{P2}]}{[h_{P1}] + [h_{P2}]} \cdot a.$$

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 araçäginini 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;  $S_{ened}$  – kwadratynyň 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. Işiň 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:

$$\Delta V = \frac{938,8 - 927,1}{938,8 + 927,1} \cdot 100\% = \frac{11,7}{1865,9} \cdot 100\% = 0,63 \%.$$

## Tehniki niwelirlemegiň žurnaly

Surata almagyň geçirilen wagty " 23 " Bitapalyk 2006 ý.

Niwelir NB-1 № 234562

Howanyň temperaturasy +18

Howanyň çyglylygy 754 mm

Gözegçi Ataýew Ýagmyrgeldi, Jumaýew A. Hasaplan Hanjanowa Ä, Guzylyýew 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 |                           |                               |         |
| 1                          | 2                     | 3                          | 4            | 5                    | 6               | 7               | 8         | 9                         | 10                            | 11      |
| I                          | Rep 15                | 1078<br>5760<br>4683       |              |                      | -0450<br>-0453  | +1,5<br>-0451,5 | -0450     |                           | 115,445                       |         |
|                            | PK0                   |                            |              | 1528<br>6213<br>4685 |                 |                 |           |                           | 114,995                       |         |
| II                         | PK0                   | 1956<br>6642<br>4686       |              |                      | +1776<br>+1778  | +1,0<br>+1777   | +1778     | 116,951                   | 114,995                       |         |
|                            | +16<br>+46<br>PK0+60  |                            | 2972<br>2967 | 0180<br>4864<br>4684 |                 |                 |           |                           | 113,979<br>113,984<br>116,773 |         |

| 1   | 2                     | 3                    | 4    | 5                    | 6              | 7               | 8     | 9       | 10                                | 11 |
|-----|-----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------|-----------------|-------|---------|-----------------------------------|----|
| III | PK0+60<br><br>PK1     | 2769<br>7464<br>4685 |      | 0882<br>5563<br>4681 | +1887<br>+1891 | +1,0<br>+1889   | +1890 |         | 116,773<br><br>118,663            |    |
| IV  | PK1<br><br>+65<br>PK2 | 2285<br>6959<br>4684 | 0869 | 0500<br>5184<br>4684 | +1785<br>+1785 | +1,5<br>+1785   | +1786 | 120,948 | 118,663<br><br>120,079<br>120,449 |    |
| V   | PK2<br><br>PK3        | 2040<br>6724<br>4684 |      | 0208<br>4893<br>4685 | +1832<br>+1831 | +1,5<br>+1831,5 | +1833 |         | 120,449<br><br>122,282            |    |
| VI  | PK3<br><br>PK4        | 2743<br>7428<br>4685 |      | 0833<br>5515<br>4682 | +1910<br>+1913 | +1,5<br>+1911,5 | +1913 |         | 122,282<br><br>124,195            |    |

| 1   | 2                            | 3    | 4                                   | 5   | 6     | 7                                   | 8     | 9 | 10      | 11 |
|---|------------------------------|------|-------------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|---|---------|----|
| VII   | PK4                          | 0846 |                                     | 1354  | -0508 | +1,5                                | -0706 |   | 124,195 |    |
|   | Rep 16                       | 5529 |                                     |   | -0507 | -0507,5                             |       |   | 123,689 |    |
| Sahypa<br>barlagy   | $\Sigma Y =$<br>=60223<br>mm |      | $\Sigma \ddot{O} =$<br>=43753<br>mm | $\Sigma + = 18388$<br>$\Sigma - = 1918$<br>$2\Sigma h = 16470 \text{ mm}$ |       | +9194                               | +9200 |   |         |    |
|   |                              |      |                                     |   |       | -0959                               | -0956 |   |         |    |
| $\Sigma \dot{Y} - \Sigma \ddot{O} = 60223 - 43753 = 16470 \text{ mm}$ |                              |      |                                     |   |       | $\Sigma h_{\text{orta}} =$<br>+8235 | +844  |   |         |    |

$$f_h = \Sigma h_{\text{orta}} - \Sigma h_{\text{bolmaly}} = \Sigma h_{\text{orta}} - (H_{\text{ahyrky}} - H_{\text{başlangyç}}) = +8,235 - (123,689 - 115,445) = +8,235 - 8,244 = -0009 \text{ mm}$$

$$f_{\text{hgoyberilen}} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ mm}$$

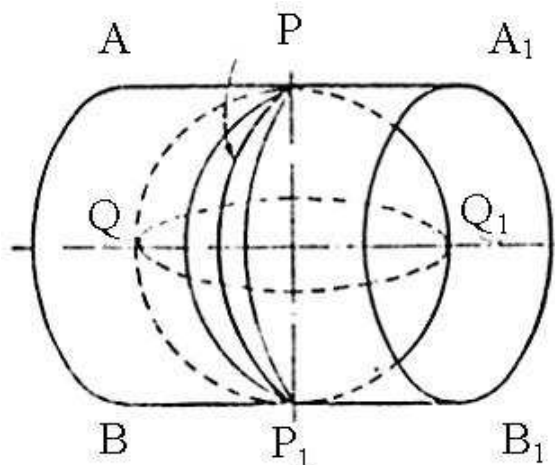
Reýkaçylar: **Gurbandurdyýew D., Hamadow D.,**  
Çyzygyçylar: **Mämetnurowa J., Myratberdiýew P.**

## IX.2. TOPOGRAFIKI KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY

### 9.2.1. Topografiki kartalaryň we planlaryň proyeksiýasy

**1891-nji ýylyň başynjy Halkara geografik kongresinde 1:1000000** masştably dünýäniň kartasyny çap etmek kararyny kabul etdi(9.2.1-nji surat). Bir az soňrak şu masştably kartanyň her bir sahypasy giňlik boýunça **4°-lyk**, uzaklyk boýunça **6°-lyk**, çäginini tutýanlygy kesgitlenildi. Şuňa laýyklyk-da, ýeriň üsti, şerti parallelleriň ugury boýunça, her **4°-dan**, hatarlara bölünendir, hatarlary latyn elipbiýiniň baş harplary **A, B, S,... Z** bilen belgilemek, ekwatoran günorta we demir-gazyk polýuslara tarap kabul edildi. Birinji hatar, ekwator bilen araçäk-leşip **0°** giňlikli baha eýedir, demirgazykda **4°-lyk** parallel bilen araçäkleşýär. Ikinji hatar, günortada **4°-lyk** parallel bilen araçäkleşip, demirgazykda **8°-lyk** parallel bilen araçäkleşýär. Meridianlaryň ugry boýunça her **6°-dan** bölünendir. Jemi Ýer togalagynyň üsti **60 sany** zona gaplaýar. Olary arap sanlary **1, 2, 3, ...60** bilen belgilemek şertleşdirilendir (5.2-nji surat). Birinji zona günbatarda **180°-lyk** meridian bilen araçäkleşip, gündogarda **186°-lyk** meridian bilen araçäkleşýär. Ikinji zona günbatarda **186°-lyk**, meridian bilen araçäkleşýär.

**1:1000000** masştably karta edil **Halkara kartasy** görnüşinde düzülen bolsa, onda grafalara bölmeklik hem halkara adyny alýar. **P** guşaklykdan, ýagny **60°-dan** başlap sahypalar uzaklyk boýunça ikeldilen sahypada, **76°-dan** başlap **88°-a** çenli parallelleriň arasyndaky kartalar döredilen sahypalarda düzülýär. Meselem, *P-41, 42; Q-37, 38* ýa-da *T-39, 40, 41, 42; Y-37, 38, 39, 40, 41* we ş. m.



9.2.1-nji surat. Gauss-Krügeriň kese silindrik proyeksiýasy.

Ýer togalagynyň üsti, **1:1000000** masştably kartada meridianlaryň we parallelleriň kesişmegi netijesinde **2640 sany** trapesiýa bölünendir.

**Türkmenistanda topografik kartalary.** **1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000** we ş. m. masştablarda, has

seýrek  $1:300000$  masştablarda düzülýärler. **Topografik planlary**  $1:5000$ ,  $1:2000$ ,  $1:1000$  we  $1:500$  masştablarda düzülýär.

Alnan masştablaryň ählisiniň bir masştabdan beýleki masştaba geçiş koeffisiýenti (0.5 - 2.5) bar. Geçmek koeffisiýenti dürli masştably kartalaryň we plan-laryň deňligini üpjün edýär, olaryň deňeşdirilmegini gysgaldýar we olary ýeke-täk sistema geçirmäge mümkinçilik berýär.

Zonalar bilen çäklenen meridianlaryň uzaklygyny we zonanyň orta meridianyny hasaplamak üçin şu aşakdaky formulalary ulanmak bolar:

1. Gündogar ýarym togalak üçin:

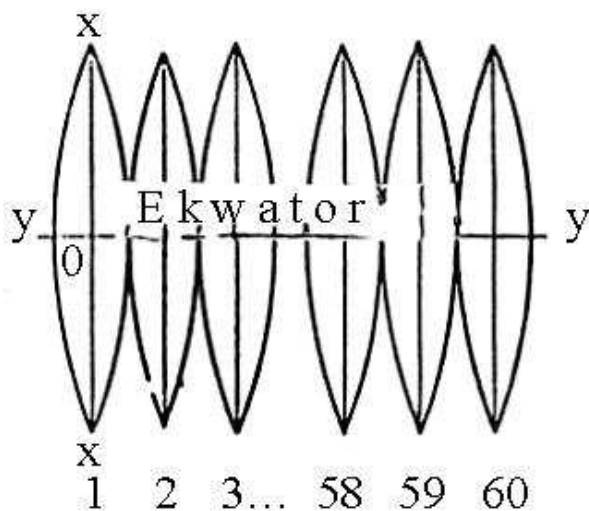
$$L_{Gb}=6^{\circ} \cdot (n-1); \quad L_{Orta}=6^{\circ} \cdot n-3^{\circ}; \quad L_{Gd}=6^{\circ} \cdot n.$$

2. Günbatar ýarym togalak üçin:

$$L_{Gb}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ}-1); \quad L_{Orta}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ})+3^{\circ};$$

$$L_{Gd}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ}).$$

Bu ýerde  $L_{Gb}$ -zonanyň günbatar araçägindeki meridianyň uzaklygy;  $L_{Orta}$ -zonanyň orta meridianynyň uzaklygy;  $L_{Gd}$ -zonanyň gündogar meridianynyň uzaklygy;  $n$ -zonanyň tertibi.



9.2.2-nji surat. Gönüburçly koordinatlar sistemasynyň zonallylygy.

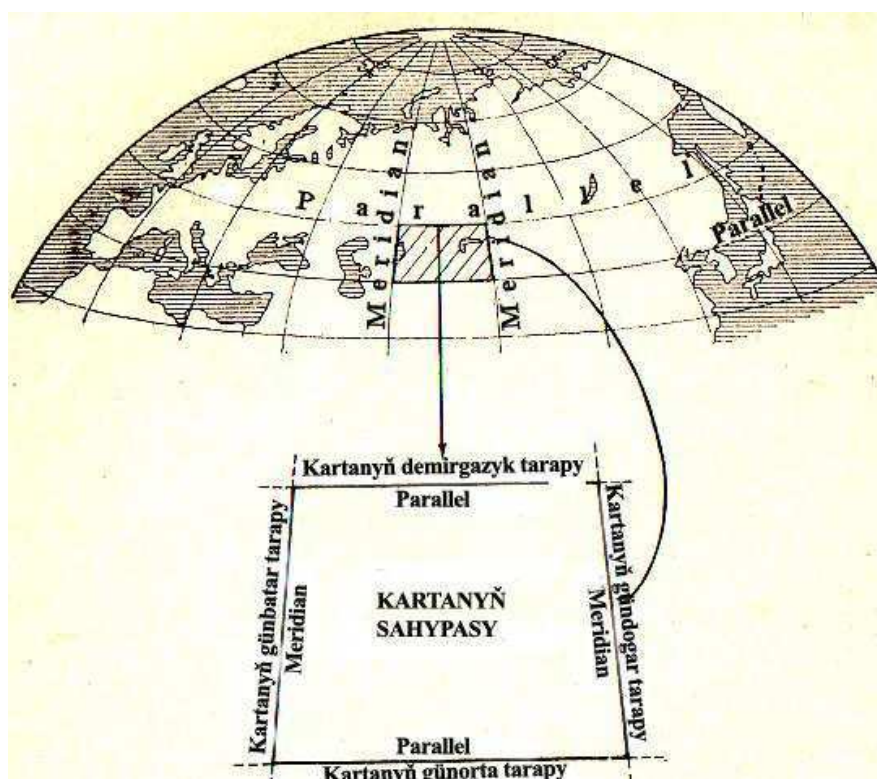
**1:5000** we **ondan uly masştably** topografiki planlaryny düzmekde üç graduslyk zonalardan peýdalanylýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianlary bilen alty graduslyk zonanyň orta meridiany ýa-da olaryň gyraky araçäkleşýän meridiany gabat gelýär. Birinji zonanyň üç graduslyk we alty graduslyk zonalarda orta meridian şol bir bahany alýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianynyň uzaklygyny aşakdaky formula arkaly hasaplamak bolar:

$$L_{Orta}=3^{\circ} \cdot n$$

Üç graduslyk zonada çyzyk ýoýulmasy, Türkmenistanyň ýeriniň çägi üçin 1:3500-den geçmeýär.

Tekiz gönüburçly koordinatlaryň zonalý ulgamy, her bir zona üçin döredilendir. Zonanyň orta meridiany onuň oky hökmünde, ýagny *absissa*(XX) oky diýilip alynýar. Ekwatoryň çyzygyny bolsa *ordinata*(YY) oky diýip alýarlar.

Absissa okunyň demirgazyk we ordinata okunyň gündogar ugurlary *položitel*, absissa okunyň günorta we ordinata okunyň günbatar ugurlary *otrisatel* bahalary almagy bilen tapawutlanýar. Koordinatlar ulgamyndaky islendik nokadyň ýagdaýy **X** we **Y** bahalaryň ýerleşşi bilen kesgitlenilýär.



9.2.3-nji surat. Topografiki kartasynyň sahypasyny çäklendirýän elementler.

Biziň **Türkmenistan** diýarymyzyň ýeriniň çäginin demirgazyk ýarym togalakda ýerleşendigi sebäpli, onuň absissa okunuň alýan bahalarynyň ählisiniň položitel, emma ordinata okunyň alýan bahalary, özleriniň her bir zonada alamatlaryny üýtgedýär, ýagny zonada položitel we otrisatel bahalary alýar (9.2.3-nji surat). Bu ýagdaý hasaplama işleri wagtynda, belli derejede kynçylyklary döredýär. Şu kynçylygy aradan aýyrmak maksadynda ordinata okunuň zonalar hasabyny 500 km günbatara süýşürýärler. Ok meridiandaky nokatlaryň ählisi 500 km-e deň bolan bahalary, ok meridianyndan gündogarda ýatan nokatlar 500 km-den uly, günbatarynda ýatan nokatlar bolsa, 500 km-den kiçi bahalary almagy bilen kesgitlenilýär.

Nokatlaryň şertli ordinatlaryny şu aşakdaky formulalaryň kömeginde kesgitlemek bolar:

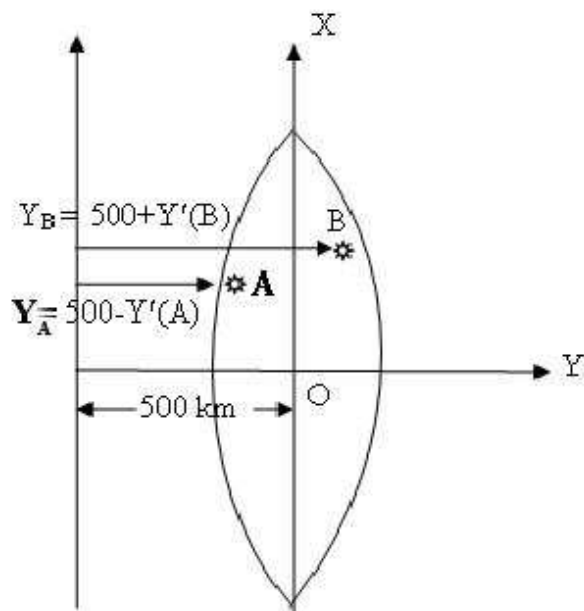
$$Y_{\text{şertli}} = 500000 - Y_{\text{hasap}} ; \quad Y_{\text{şertli}} = 500000 + Y_{\text{hasap}}$$

Bu ýerde  $Y_{hasap}$ -Gauss-Krýügeriň gönüburçly koordinatlar tablisasy boýunça alnan nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde.

Koordinatlaryň başlangyç hasabynyň şular ýaly süýşürilmeginde alnan bahasyňa *şertli ordinata* diýilýär (9.2.4-nji surat). Meselem, 1 we 2 nokatlaryň tablisadan alnan ordinatlary  $Y_1 = -230456.7$  m we  $Y_2 = 270955.0$  m bolsa, onda nokatlaryň şertli ordinatlary şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$Y_{1\text{ şertli}} = 500000 - 230456.7 = 269543.3 \text{ m};$$

$$Y_{2\text{ şertli}} = 500000 + 270955.0 = 770955.0 \text{ m}.$$



9.2.4-nji surat. Koordinatlaryň şertli ordinatlar sistemasynyň alnyşy.

Hasaplanan şertli ordinata bahalaryň önüne nokatlaryň ýerleşýän zonasynyň tertibi ýazylýar, eger-de 1-nji nokat 40-njy zonada, 2-nji nokat bolsa 41-nji zonada ýerleşen, nokatlaryň gutarnykly şertli ordinatlary şu aşakdakylar ýaly bolar:

$$Y_1 = 40\ 269543.3 \text{ m we } Y_2 = 41\ 770955.0 \text{ m}.$$

Bir zonanyň içinde, bir nokadyň üstünden geçýän koordinatlar okunuň çyzygy (ok meridiana parallel çyzyk) bilen geografiki meridianyň ugry bagat gelmeýär we olaryň arasynda haýsy hem bolsa burç emele gelýär. Bu burça meridianlaryň ýakynlaşma burçy diýilýär we  $\gamma$  (gamma) harpy bilen belgilenýär. Ony şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$\gamma = (L_o - L_n) \cdot \sin B.$$

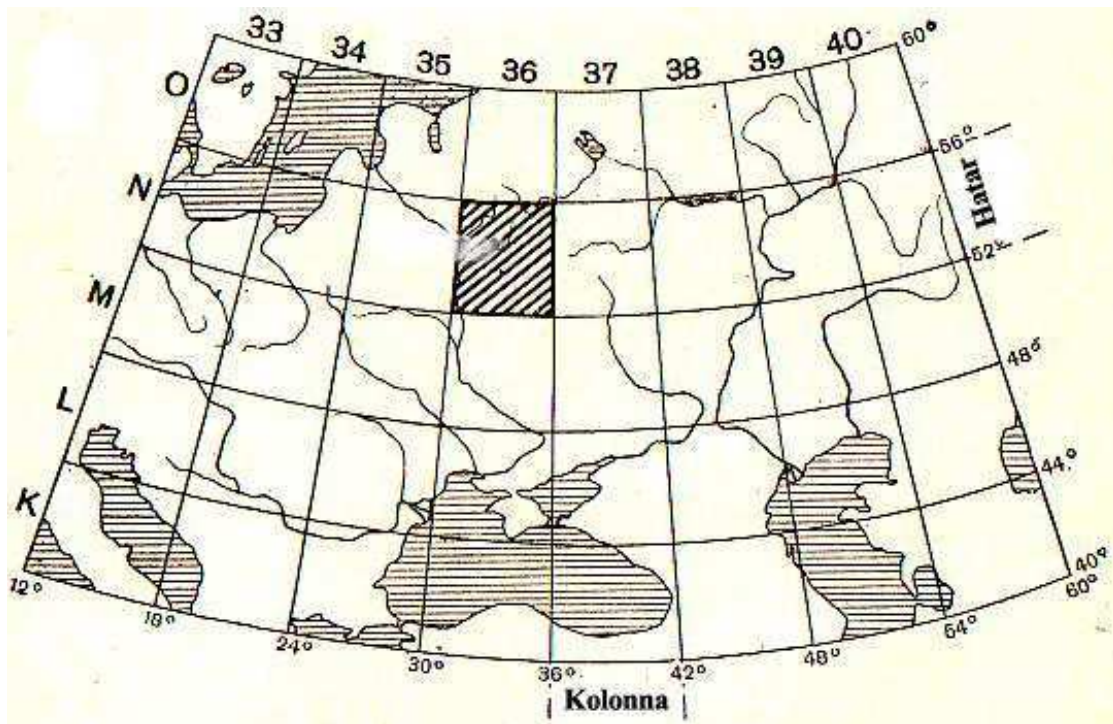
Bu ýerde  $L_o$  we  $L_n$ -ok meridianynyň we nokadyň üstünden geçýän meridian-laryň geografiki uzaklygy, gradusda; B-nokadyň geografiki giňligi, gradusda.

$L_o - L_n = 3^\circ$  tapawut iň uly bahany zonalaryň araçağinde alýar.  $\sin B$ -niň bahasy 0-dan 1-a çenli aralykdaky bahalary alýar, nokadyň giňligi bolsa  $0^\circ - 90^\circ$ .

a çenli çäklerde bolýar.  $B=0^\circ$  (ekwatorda)  $\gamma=0^\circ$ , emma  $B=90^\circ$ -a (polýuslarda) deň bolanda  $\gamma=3^\circ$  bolar.

### 9.2.2. Topografiýa kartalary grafalara bölmek

Uly ölçeğdäki kartalar köp sahypaly taýýarlanýar. Sahypalara bölmegiň she-masyna kartalaryň grafalara bölünmegi diýilýär. 1000000 masştably **Halkara kartasynyň** uly masştably birnäçe sahypalara bölünmegine aýdylýar. Grafalara bölmeklik iki görnüşli geçirilýär: *trapesiýaly* we *gönüburçly* geçirilýär (9.2.5-nji surat).



9.2.5-nji surat. Kartalary grafalar bölemek we olaryň nomanklaturalarynyň kesgitlenişi.

**Gönüburçly grafalara bölmekde** kartalaryň her bir sahypasy gönüburçly, saýlanyp alnan çarçuwasy bilen çäklendirilýär, karta gönüburçly koordinatalar tory ýa-da erkin çyzyklaryň kadasy(parallel we perpendikulýar çyzyklar görnüşli) alynýar. Normal silindrik proyeksiýalarda araçäkleşýän çyzyklar bolup meridianlar durýar. Gönüburçly grafalara bölmekligiň aýratynlyklary bolup-kartalaryň sahypalary ýeketäk bir formatda alynýar. Kagyzyň her bir sahypasyny standart(laýyk) ölçege almaga, hem-de sahypany tygşytly ulanmak mümkin-çiligi bolýar. Aýratyn hem geografik atlaslaryň kartalarynyň sahypalaryny bir-birine amatlylyk bilen birleşdirmegi has-da oňaýlydyr. *Bu usulyň kemçiligi bolup*, meridianlaryň we parallelleriň çyzyklarynyň ýerleşişini hyýaly oriýentir-lenen ýaly görkezýär(şeýle görnüş, ok meridiandan daşlaşdygyňça duýulýar) we grafalara bölünen her bir sahypanyň

bilelikde ulanmak mümkinçiligini kynlaşdyrýar. Gönüburçly grafalara bölmek adaty ýagdaýda köp sa-hypaly kartalar ýaly ulanylýar. Kartalary bir-birine sepleşdirmeli ýa-da kitap görnüşinde neşir edilmeli bolanda ulanylýar. Ony häzirki zaman to-pografik kartalarynyň taýýarlanyşynda *Angliýanyň, Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň, Şweýsaryýanyň, Belgiýanyň, Türkiýäniň* we başga döwletleriň topografik kartalaryny düzmekde ulanýarlar.

**Trapesiýaly (gradusly) grafalara bölmekde** çarçuwa hökmünde meridianla-ryň we paralleleriň çyzyklaryny ulanmak bilen çäklenilýär. Şu hili kesmekligiň artykmaçlygy: *her bir aýry sahypany bir-birine bagly bolmazdan gurup bolma-gydyr*, orta meridianyň iki tarapyna baglylykda(otnositellikde) simmetrik ýerleşmegi, her bir sahypa üçin özbaşdakdyr (2.5-nji surat). Emma bu grafalara bölmeklik her bir sahypasynyň ölçegleriniň bir meňzeş dälligi bilen tapawutlanýar. *Meridianlaryň ýakynlaşma* burçuna baglylykda polýuslara, ugurlara, geografik giňligiň ulalmagy bilen sahypanyň ölçegleri progressiw azalýar ýa-da kiçelýär. *Gradusly grafalara* bölmeklik köp ýurtlaryň, öňki SSSR-iň çägene girýän we oňki sosialistik lageriň ýurtlarynyň topografik kartalaryny gurmak üçin esas bolup durýar. Ol häzir hem GDA-nyň düzümine girýän ýurtlarda giňden goldanylýar.

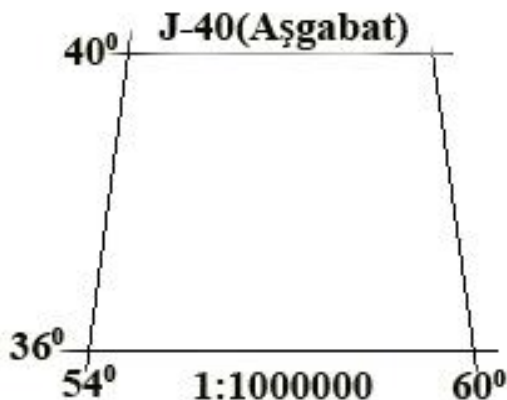
### 9.2.3. Topografiki kartalaryň nomenklaturasy

Kartalaryň nomenkleturasyny kesgitlemek üçin şol sahypada ýerleşýän punktuň geografiki koordinatlary berilýär. Meselem, **Aşgabat şäheriniň** geografiki koordinatlary  $B=39^{\circ}14'45''$ ,  $L=55^{\circ}47'57''$  deň bolsa, ilki bilen nokadyň ýerleşýän hataryny( $N$ ) şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$N=B(\varphi)/4^{\circ}+1;$$

Soňra nokadyň ýerleşýän zonasyny( $M$ ) şu aşakdaky formulanyň esasynda tapýarys:

$$M=L(\lambda)/6^{\circ}+(30+1)$$



9.2.6-njy surat.

Biziň mysalymyz üçin punktyň ýerleşýän hatary we zonasy şu aşakdakylar ýaly bolar:

$$N = 39^{\circ}4' + 1 = 10$$

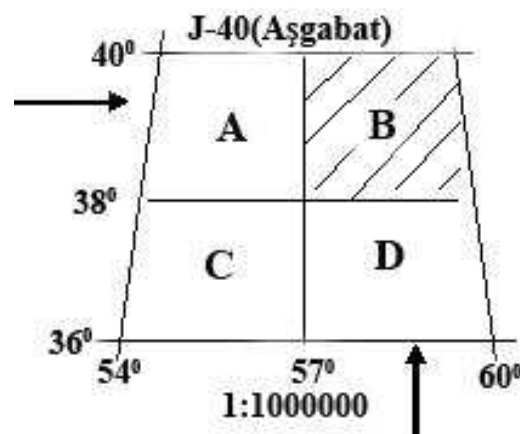
ýagny punktyň ýerleşýän hatary 10-njy, *J* bolar.

Punktuň ýerleşýän zonasy:

$$M = 55^{\circ}6' + (30 + 1) = 40$$

ýagny 40-nji zona bolar (9.2.6-njy surat).

1:1000000 masştably kartanyň nomenklaturasy (sahypanyň belgilenişi) tapylanda, zonada ýerleşen nokadyň geografiýa koordinatalaryndan peýdalanylýar. Ony tapmak üçin ilki bilen onuň ýerleşen hatary, soňra ýerleşen zonasy tapylýar.

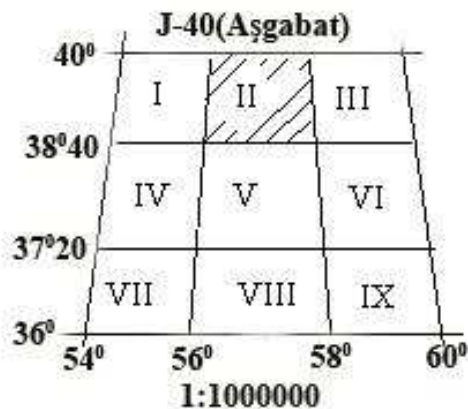


9.2.7-nji surat.

Meselem, **Aşgabat** şäheriniň ýerleşýän nomenklaturasy **J-40** (5.6-njy surat), **Nebitdag** şäheriniň nomenklaturasy **K-40**, **Mary J-41**, **Türkmenabat J-41**, **Daşoguz K-41**, Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça  $4^{\circ}$ , uzaklyk boýunça bolsa  $6^{\circ}$ -lyk bahalary alýar.

1:500000 masştably topografik kartanyň nomenklaturasy tapylanda, zonadaky ýerleşen nokadyň, berlen geografik koordinatalary arkaly tapylýar. Ony tapmak üçin 1:1000000 masştably kartany jemi dört sany sahypa bölüp, olary uly **A**, **B**, **C** we **D** harplary bilen belgileýäris (9.2.7-nji surat). Olaryň her bir sahypasynyň ölçegleri, uzaklyk boýunça  $3^{\circ}$ , giňlik boýunça  $2^{\circ}$  bahalara deňdir. Meselem, ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-B** bolar.

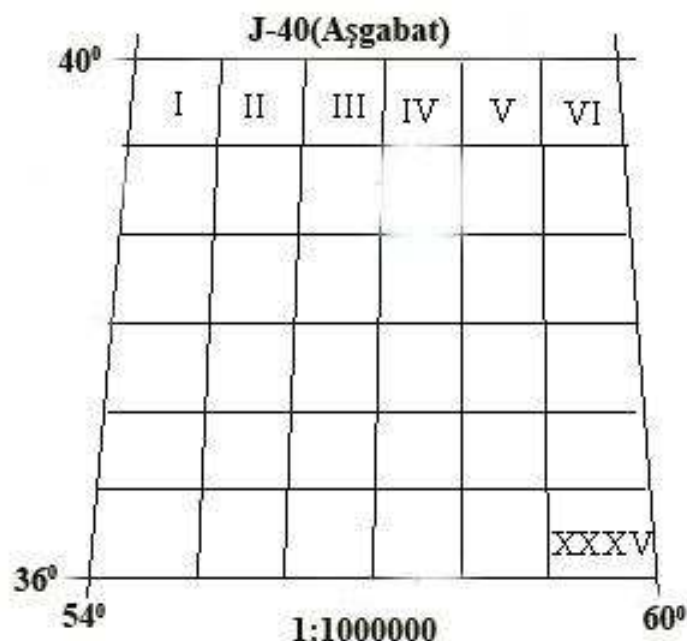
1:300000 masştably topografik kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin, 1:1000000 masştably kartany jemi 9 sany sahypa bölýäris, olaryň her birini rim sanlary ýaly **I**, **II**, **III** ... **IX** bilen belgileýäris. Sahypalaryň ölçegleri uzaklyk boýunça  $2^{\circ}$ , giňlik boýunça bolsa  $1^{\circ}20'$  bahalary alýar (9.2.8-nji surat). Bu ýerde bir zady belläp geçmek gerekdir, ýagny nokadyň ýerleşen sahypasynyň nomenklaturasy ýazylanda, **1:1000000** masştably kartanyň ady ilki bilen ýazylman, onuň yzyndan ýazylýar, meselem sahypanyň nomenklaturasy **III-J-40** bolar.



9.2.8-nji surat.

*1:200000 masştably kartanyň* nomenklaturasyny tapmak üçin *1:1000000* masştably kartanyň sahypasyny jemi *36 sany* sahypa bölmeli bolýarys we olaryň her bir sahypasyny rim sanlary **I, II, III ... XXXVI çenli** belgileýäris. Nokadyň ýerleşen trapesiýasyny tapmak üçin islendik masştabda, onuň geografiýa koordinatalaryndan peýdalanmaly bolýarys (9.2.9-njy surat). Sahypanyň ölçegleri uzaklyk boýunça **1°00'** bolup, giňlikde **0°40'** bahalary alýar. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-XXX** bolar.

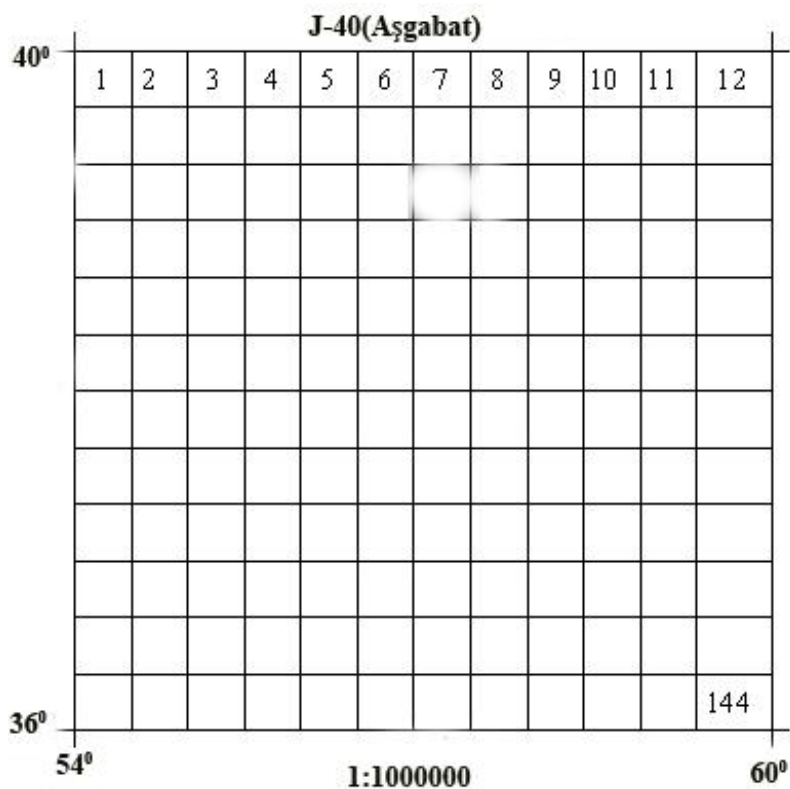
*1:100000 masştably kartalaryň* nomenklaturasyny tapmak üçin *1:1000000* masştably kartanyň nomenklaturasyny jemi **144 sany** sahypa bölýäris. Bölünen her bir sahypany arap sanlary **1, 2, 3,...144** bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri, giňlik boýunça **0°20'** bolup, uzaklyk bolsa **0°30'** deňdir. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-64** bolar (9.2.10-njy surat).



9.2.9-njy surat.

**1:100000 masştably kartalardan** uly bolan kartalaryň nomenklaturasy tapylanda, esas hökmünde *1:100000* masştably topografik kartanyň nomenklaturasy alynýar.

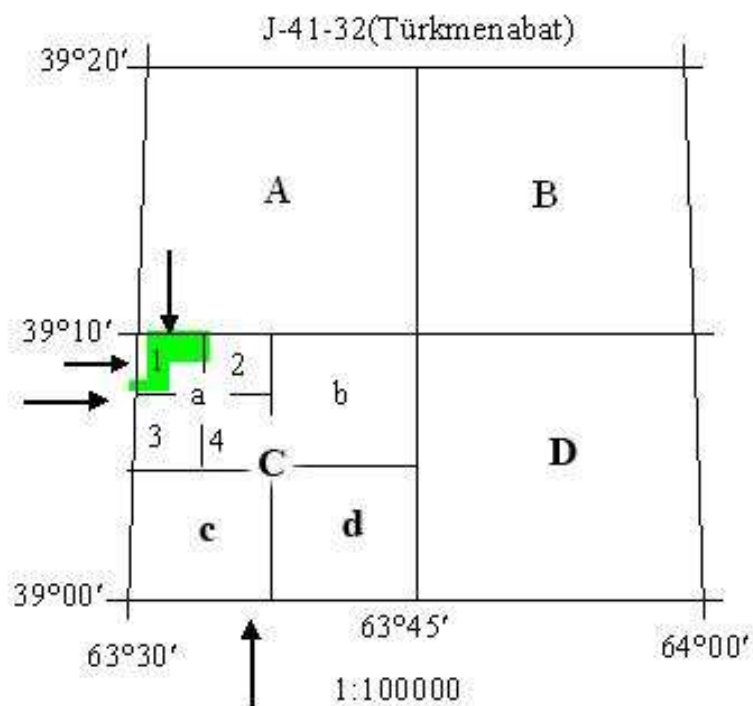
*1:50000 masştably kartanyň* nomenklaturasyny tapmak üçin *1:100000* masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris (9.2.11-nji surat). Sahypanyň her birini uly **A, B, C** we **D** harplary bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **0°10'** bolup, uzaklyk boýunça bolsa **0°15'** bahalara deňdir. *1:50000* masştably kartanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-64-B** bolar.



5.10-njy surat.

*1:25000 masştably kartanyň* nomenklaturasyny tapmak üçin *1:50000* masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris, her bir bölünen sahypany kiçi **a, b, c**, we **d** harplar bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **0°05'** bolup, uzaklyk boýunça bolsa **0°07.5'** deň bolar. sahypanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-64-B-a** bolar.

*1:10000 masştably kartanyň* nomenklaturasyny tapmak üçin *1:25000* masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölüp, olary arap sanlary **1, 2, 3** we **4** bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **2'30"**, uzaklyk boýunça bolsa **3'45"** bolar. Sahypanyň mysaly nomenklaturasy *J-40-64-B-a-1* bolar. Sahypanyň ölçegleri 9.2.1-nji tablisada berlen.



9.2.11-nji surat.

9.2.1-nji tablisa

### Sahypanyň ölçegleri we olaryň nomenklaturasy

| Masştablar | Giňlik boýunça ölçegi | Uzaklyk boýunça ölçegi | Mysaly nomenklaturasy |
|------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1:1000000  | 4°00'00"              | 6°00'00"               | J-40                  |
| 1:500000   | 2°00'00"              | 3°00'00"               | J-40-A                |
| 1:300000   | 1°20'00"              | 2°00'00"               | III-J-40              |
| 1:200000   | 0°40'00"              | 1°00'00"               | J-40-XXX              |
| 1:100000   | 0°20'00"              | 0°30'00"               | J-40-64               |
| 1:50000    | 0°10'00"              | 0°15'00"               | J-40-64-B             |
| 1:25000    | 0°05'00"              | 0°07'30"               | J-40-64-B-a           |
| 1:10000    | 0°02'30"              | 0°03'45"               | J-40-64-B-a-1         |

Topografiýa kartalarynyň gerek bolan nomenklaturasyny tapandan soňra, olaryň çäklendirýän meridianlary we paralleleri boýunça, *Gauss-Krýuger* koordinatalar tablisasynyň esasynda, burçlarynyň gönüburçly koordinatalaryny, her bir sahypa boýunça meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny we sahypalaryň ölçeglerini alýarys hem-de, alnan maglumatlar esasynda trapesiýany gurup dogry gurlanlygy barlanýar.

Ramkanyň burçlaryndaky nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemek üçin **Gauss - Krýuger** gönüburçly koordinatlar tablisasyndan peýdalanylýar. Bahalaryň tapylyşy 9.2.2-nji tablisada berlendir.

9.2.2-nji tablica

**Trapesiýanyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş tablisasy**

| $B$                                   | $L$<br>$L_0$<br>$l = L - L_0$ | $55^{\circ}45'00''$<br>$57^{\circ}00'00''$<br>$-1^{\circ}15'00''$ | $55^{\circ}52'30''$<br>$57^{\circ}00'00''$<br>$-1^{\circ}07'30''$ |
|---------------------------------------|-------------------------------|---|---|
| <i>Absissa</i>                        |                               |   |   |
| $38^{\circ}15'$                       |                               | 4236061,5 m   | 4235921.3 m   |
| $38^{\circ}10'$                       |                               | 4226811.0 m   | 4226670.7 m   |
| <i>Ordinata</i>                       |                               |   |   |
| $38^{\circ}15'$                       |                               | -109420.7 m   | -98478.3 m  |
| $38^{\circ}10'$                       |                               | -109545.5 m   | -98590.6 m  |
| <i>Şertli ordinata</i>                |                               |   |   |
| $38^{\circ}15'$                       |                               | 40390579.3 m  | 40401421.7 m  |
| $38^{\circ}10'$                       |                               | 40390454.5 m  | 40401409.4 m  |
| <i>Meridianlaryň ýakynlaşma burçy</i> |                               |   |   |
| $38^{\circ}15'$                       |                               | $-0^{\circ}46'26''$   | $-0^{\circ}41'48''$   |
| $38^{\circ}10'$                       |                               | $-0^{\circ}46'21''$   | $-0^{\circ}41'43''$   |
| <i>Orta bahasy</i>                    |                               | $-0^{\circ}44'23''$   | $-0^{\circ}41'45''$   |
| <i>Sahypanyň çäginde</i>              |                               | $-0^{\circ}43'04''$   |   |

**Koordinatlary 1:25000** masştably karta üçin tapalyň. Bu trapesiýa şu aşakdaky meridianlar we paralleller bilen çäklenendir:

$$B_D = 38^{\circ}15', B_G = 38^{\circ}10' \text{ we } L_{Gb} = 55^{\circ}45', L_{Gd} = 55^{\circ}52'30''.$$

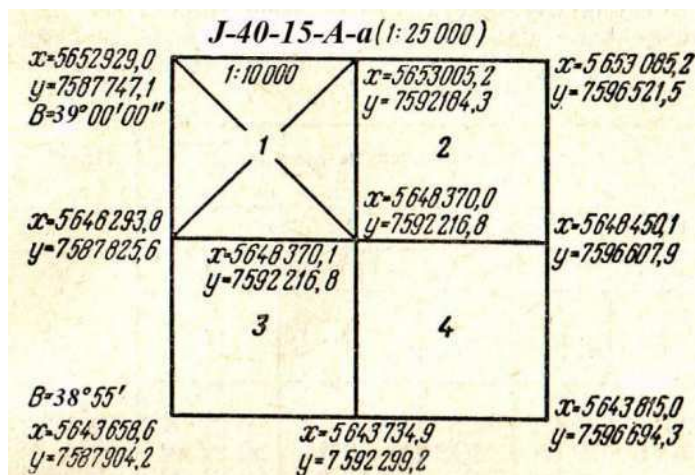
**Trapesiýanyň ramkasyny** gurmak üçin tablisadan Gauss-Krýuger koordinatlaryny alýarys we tablisada ýazýarys.

**X we Y** koordinatlary tablisadan **J** - guşaklygy boýunça tapýarys. Absissanyň bahalaryny üýtgetmän, emma ordinatlaryň bahalaryny 500000 m alamaty bilen goşup şertli ordinatlaryň bahalaryny alýarys we alnan bahanyň önüne zonanyň tertibini goýýarys. Biziň mysalymyzda nokatlaryň 40-njy zonada ýerleşenligi sebäpli olaryň hasaplanan şertli ordinatlarynyň önüne 40 sany goýýarys. Mysal:

$$Y_{1 \text{ şertli}} = 500000 + (-109420.7) = 390579.3 \text{ m}; Y_{1 \text{ şertli}} = 40390579.3 \text{ m}$$

$$Y_{2 \text{ şertli}} = 500000 + (-98478.3) = 401521.7 \text{ m}; Y_{2 \text{ şertli}} = 40401521.7 \text{ m};$$

Meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny tablisadan *J-guşaklyk* boýunça alýarys. Soňra, trapesiýany gurmak işine girişýäris.

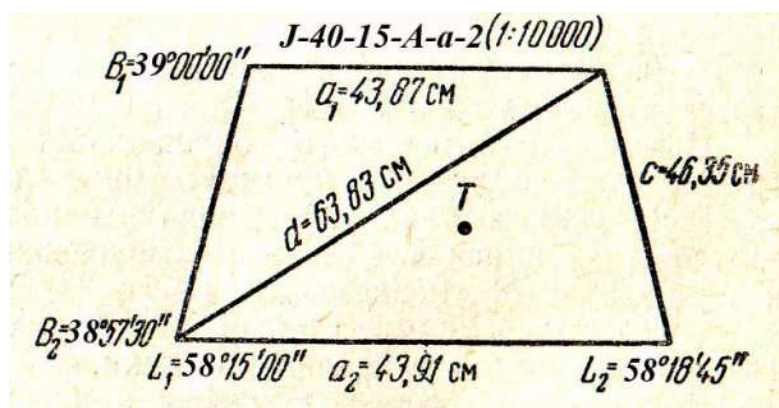


9.2.12-nji surat. Gauss – Krýugeriň gönüburçly koordinatlar tablisasyndan alnan 1:25000 masştably kartanyň mysaly berlenleri.

Trapesiýany gurandan soňra, onuň guruluşynyň dogrulygyny tablisadan alnan ölçegleri deňeşdirmek arkaly barlanylýar. Tablisadan alnan ölçegler şu aşakdakylardyr (9.2.12-nji surat):

$$a_1 = 31.80 \text{ sm}, a = 31.86 \text{ sm}, d = 48.9 \text{ sm}, c = 37.11 \text{ sm we } P = 73.98 \text{ sm}^2$$

Bu ýerde  $a_1$  – trapesiýanyň demirgazyk esasynyň uzynlygy;  $a$  – trapesiýanyň günorta esasynyň uzynlygy;  $c$  – trapesiýanyň gapdal tarapyň uzynlygy;  $d$  – trapesiýanyň diagonalynyň uzynlygy;  $P$  – trapesiýanyň meýdany (9.2.13-nji surat).



9.2.13-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartasynyň parametrleriniň berlişi.

#### 9.2.4. 1:5000 we ondan uly topografiki kartalaryň (planlaryň) nomenklaturasyny kesgitlemek

1:5000 we ondan uly masştably surata almagyň ramkalarynyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemekde Gauss-Krýugeriň

tablisasynyň uly masştably topografiki kartalary üçin niýetlenen görnüşinden peýdalanmak bolar. Koordinatlar üç graduslyk zonada berilýär. Bu ýagdaýda ok meridianlary 3°-a kratny bahalary almak bilen tapawutlanýar. 1:5000 masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlaryny interpolirmek ýoly bilen 1:2000 masştably kartanyň ramkasynyň burçlarynyň koordinatlary kesgitlemek bolar.

1:5000 masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş mysalyny tablisadan görmek bolar. Koordinatlaryň ululygy we kartanyň ramkasynyň ölçegleri “Gönüburçly koordinatlaryň, ramkanyň we meýdanlaryň ölçegleriniň tablisasy” kitabyndan alynýar (9.2.3-nji tablisa).

9.2.3-nji tablisa

**1:5000 masştably topografiki planynyň koordinatlaryny kesgitlemek**

| Trapesiýanyň nomenklaturasy we geografiki koordinatlary, gradusda |        |        |              |           |           | Gönüburçly koordinatlary, metrde |         |
|---|--------|--------|--------------|-----------|-----------|----------------------------------|---------|
| 1:1000000   |        |        | 1:5000       |           |           |                                  |         |
| J - 40  |        |        | J-40-1- (45) |           |           | x                                | y       |
|   | B      | L      |              | B         | L         |                                  |         |
| 1   | 2      | 3      | 4            | 5         | 6         | 7                                | 8       |
| DGb   | 40°00' | 60°00' | DGb          | 39°57'30" | 55°22'30" | 6649606.2                        | 20951.6 |
| GGb   | 36°00' | 54°00' | GGb          | 39°56'15" | 55°22'30" | 6647285.1                        | 20964.7 |
| DGd   | 40°00' | 60°00' | DGd          | 39°57'30" | 55°24'22" | 6649916.5                        | 22697.5 |
| GGd   | 36°00' | 54°00' | GGd          | 39°56'15" | 55°24'22" | 6647295.4                        | 22711.8 |

9.2.4-nji tablisa

**Topografiki planlaryň sahypalarynyň ölçegleri**

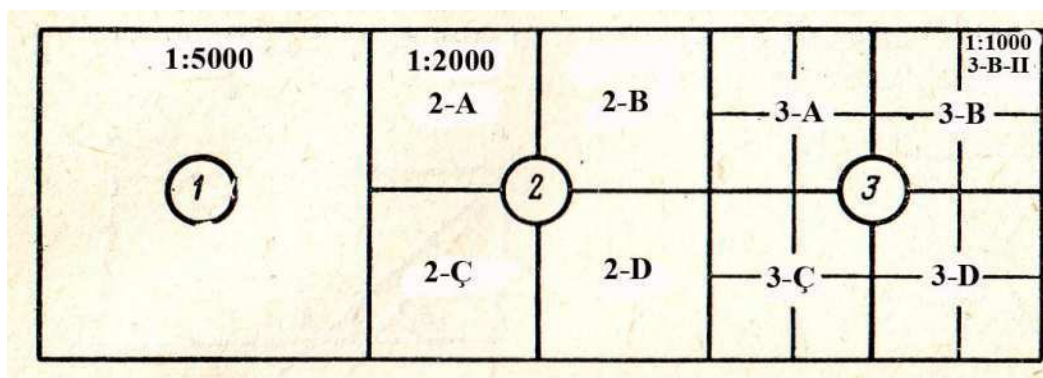
| Masştablar | Plandaky kwadratlary ölçegleri, sm-de | Ýeriň üstündäki kwadratyň taraplarynyň uzynlygy, km-de | Kwadratlaryň meýdany, ga |
|------------|---------------------------------------|--|--------------------------|
| 1          | 2                                     | 3  | 4                        |
| 1:5000     | 40 x 40                               | 2.0  | 400.0                    |
| 1:2000     | 50 x 50                               | 1.0  | 100.0                    |
| 1:1000     | 50 x 50                               | 0.5  | 25.0                     |

• Planşetleri grafalara bölmegiň esasy 1:5000 masştably planlaryň kwadratlary durýar. Olara arap sanlary 1, 2, 3 we 4 sanlar bilen belgilenilýär. Her bir kwadrat 1:2000 masştably dört kwadrata bölünýär (9.2.4-nji tablisa). Olaryň her biri Türkmen elipbiýiniň A, B, Ç we D baş harplary bilen

belgilenilýär. 1:2000 masştably kartanyň sahypasy san we harplar bilen belgilenilýär. Meselem, **2-B**.

- 1:1000 masştably kartanyň nomenklaturasyny 1:2000 masştably kartanyň sahypasyny dört bölege bölmek bilen kesgitlemek bolar. Olaryň her birini rim sanlary **I, II, III** we **IV** bilen belgilemek kabul edilendir. Sahypalaryň umumy belgilenmesi üç belgi bilen amala aşyrylýar (9.2.14-nji surat). Meselem, **3-B-II**.

- Surata almagyň esasy teodolit ýörelgesiniň üsti bilen berlen masştab üçin görkezmeleriň esasynda alnyp barylýar.



9.2.14-nji surat. 1:2000 we 1:1000 masştably topografiki planlarynyň nomenklaturasynyň kesgitlenişi.

## **IX.3. TOPOGRAFIKI KARTALARDAN GEOGRAFIKI OBÝEKTLERI ÖWRENMEK**

### **9.3.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje**

Topografiki kartalardan ýurdumyzyň ýeriniň çäginini geografik jähtden öwrenmek, halk hojalygynyň dürli pudaklaryny alyp, olar boýunça köp görnüsli amaly meseleleri çözmeklik hem-de dürli işleri geçirmek maksady bilen peýdalanylýar. Topografiki kartalary ýeriň üstüniň çäginini öwrenmek we özleşdirmeklik bilen baglanyşykly bolan ylmy we hojalyk işleri geçirmekde, möhüm ähmiýetli bahany alýar.

Topografiki karta düşünmek üçin ilki bilen ondaky şertli belgileri bilmek gerekdir. Kartadaky şertli belgiler geografiki obýektleri suratlandyrýar. Diýmek, şertli belgileri bilenden soňra, kartadaky dürli geografiki obýektleri teswirlemek we olar dogrusyndaky köp sanly maglumatlary almak bolar.

Kartada suratlandyrylýan geografiki obýektler bir-biri bilen aýrylmaz baglanyşyklydyr. Meselem, kartada teswirlenen ýeriň üstüniň relýefine seredip, şu ýeriň çäginini gidrografiýasy babatynda, relýef we gidrografiýasyndan ösümlik we toprak örtügi dogrusynda, ilatly punktlary hem-de aragatnaşyk ýollary hakyndaky maglumatlary almak bolar. Şeýle hem, territoriýanyň näçe özleşdirilenligini bilmek bolar. Şonuň üçin, topografiki kartany öwrenmekde şertli belgileri bilen bir hatarda, kartadaky dürli geografiki obýektleriň bir-birine baglylykda üýtgeýşini görmek bolar. Netijede, ýeriň çäginini geografiki häsiýetlerini öwrenmek bolar.

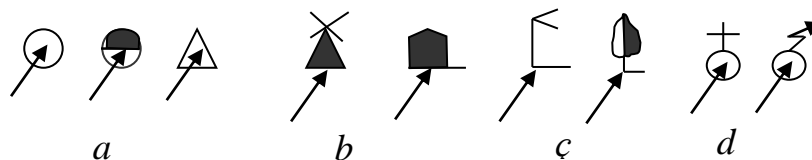
Topografiki kartalaryň mazmuny, relýefi, sudurlaryň şekillendiriş takyklygy we arabaglanyşygy, kartany öwrenmek we ondan peýdalanmagyň yzgiderliligi, kabul edilen şertli belgileriň sypatyna, aýdyňlygyna, berkligine we beýleki häsiýetlerine baglydyr. Şonuň üçin hem topografiki kartada ýeriň çäginini geografiki taýdan dogry, amatly we ýeňil teswirlemegi berýän şertli belgileri işlemek uly ähmiýete eýedir.

Topografiki kartalara bolan talaplaryň artdygy saýyn, ylym we tehnika rowaçlanýar, şonun üçin topografiki şertli belgileri hem kämilleşdirilýär. Ilatly punkt-lar, ýer üstüniň relýefi, ösümlik we toprak örtügi we beýlekileriň perspektiwaly şertli belgileriniň ýerine takyk we ýeňil teswirlemäge mümkinçilik berýän hem-de kartalardan peýdalanmagy ýeňilleşdirýän amatly şertli belgileriň ulgamy kabul edilýär. Biziň Gasasşyz Bitarap Türkmenistan döwletimiziň kartografiýa komitetiniň alyp barýan ylmy işleriniň netijesinde, ylmy taýdan esaslandyrylan, takyk kada girizilen şertli belgileri döredilýär we ulanylýar. Türkmenistanyň topografiki kartalarynda jemi 700-den gowrak esasy şertli belgi we 400-den gowrak goşmaça belgiler ulanylýar. Türkmenistanyň topografiki kartalarynda ýer üstüniň sudurlary mahsus şertli belgileri bilen aşakdaky toporlara bölüp:

- a) ýer üstüniň relýefi;
- b) ýer üstüniň gidrografiýasy;
- ç) ösümlük we toprak örtügi;
- d) aragatnaşyk ýollary we serişdeleri;
- e) ilatly punktlary;
- ä) sena-gat, oba hojalyk we medeni-durmuş obýektleri;
- m) araçäkler;
- n) oriýentir üçin ähmiýetli möhüm obýektleri görkezilýär.

Topografiki kartalarda ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen, beýleki birnäçe sudurlar bolsa şertli belgileri bilen teswirlenilýär. Şu ýerde bir zady bellemek has-da zerurdyr, ýagny ýeriň üstündäki birnäçe ownuk-uşak obýektleri we häsiýetleri gorizontallar we topografiki şertli belgiler bilen teswirlenen görnüşinde, kartany okamagy we ondan peýdalanmagy kynlaşdyrýär. Şonuň üçin, topografiki kartalaryň her biri, özleriniň maksadyna we masştabyna seredilip, şu ýerde bar bolan obýektler we olaryň öz häsiýetlerine görä, umumylaşdyrylyp görkezilýär. Şular ýaly saýlap almak we umumylaşdyryp teswirlemäge *kartografiki generalizasiýa* diýilýär. Generalizasiýanyň kartany we plany düzmekde ähmiýeti diýseň ulydyr.

Topografiki şertli belgileriň häsiýetine hem-de ýerine ýetirýän funksiýasyna seredip: *masştably (sudurly)*, *masştabsyz* we *düşündiriş belgilerine* bölýärler. Käbir edebiýat çeşmelerinde şertli belgileriň üçünji topary çyzykly belgileri diýip atlandyrylýar. Masştably ýa-da sudurly şertli belgileri bilen kartanyň masştabynda görkezmek mümkin bolan şekiller meselem, orulýan ýerler, sürülýän ýerler, öri meýdanlary, tarp ýerleri, baglar (miweli, tutly, üzümli we beýlekiler), batgalyklar, köller we ş. m. teswirlenilýär. Masştably şertli belgileri bilen teswirlenen sudurlaryň uzynlygyny, giňligini we meýdanyny kesgitlemek mümkündür. Sudurly şertli belgileri bilen teswirlenen şekilleri, bir-birinden tapawutlandyrmak maksadynda, her bir suduryň içine(çäğine) şu suduryň şertli belgisi goýulýar ýa-da suduryň çägi dürli reňkler bilen boýalýar. Meselem, *ösümlük örtügi-ýaşyl*, *köl-gök* we ş. m. reňkler ýalydyr. Toruň içinde berlen şertli belgisi teswirlenen sudurlaryň ýagdaýyny we ölçeglerini görkezmeýär. Muňa mysal edip: baglaryň çäginde ýerleşdirilen tegelekler, şu baglardaky daragtlaryň sanyny görkezmeýär.

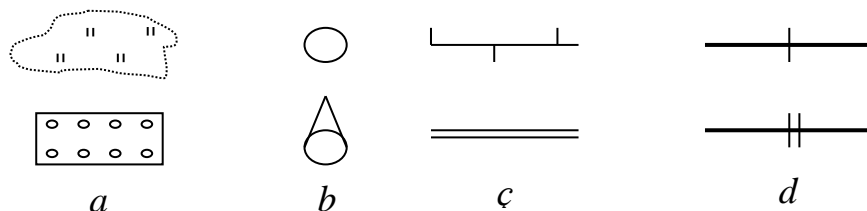


9.3.1-nji surat. Masştabsyz şertli belgiler bilen obýektleriň ýerleşen ýeriniň kesgitlenişiniň mysaly.

Masştabsyz şertli belgiler bilen obýektleri şekillendirmegiň mysalyna seredip geçeliň. Onda obýektler geometriki figularyň merkezi boýunça (9.3.1-nji a surat), giňlik esasyň ortasy boýunça (9.3.1-nji b surat), belginiň esasyndaky

göni burçuň depesi boýunça (9.3.1-nji ç surat) we çyzlşyrymly figuranyň aşaky figurasynyň ortasy boýunça (9.3.1-nji d surat) kartalarda şekillendirilýär.

Kartanyň masştabynda görkezip bolmaýan kiçi obýektler, meselem, ýeke agaçlar, guýylar, köprüler we beşgalar masştabsyz şertli belgileri bilen teswirlenýär. Şular ýaly obýektler kartanyň masştabynda nokat bilen görkezilýär. Nokat, şekiliň ýagdaýyny, şertli belgi bolsa onuň nähili görnüşdedigini suratlandyrýar. Kartada seýle sudurlaryň arasyndaky aralygy ölçemekde we koordinatlaryny kesgitlemekde, suduryň ýagdaýy sypatynda ýokarda görkezilen nokatlar alynýar(9.3.2-nji surat).



9.3.2-nji surat. Şertli belgileriň mysallary: *a*-meýdanly; *b*-masştabdan daşary; *ç*-çyzykly; *d*-birmeňzeş belgiler.

Meselem, tegelek, kwadrat, gönüburçlyk, ýyldyz, piramida, kub we ş. m. görnüşünde teswirlenen sudurlaryň ýerdäki ýagdaýy, şertli belginiň merkezine, ýeke agajyň, ýol we kilometrli görkezijiniň ýagdaýy bolsa şertli belginiň düýbüne gabat gelýär. Ýollar, ýodalar, ýagny uzalyp gidýän çyzyklar görnüşindäki sudurlar hem masştabsyz şertli belgileriň kömegi bilen teswirlenilýär. Olaryň hakyky uzynlygy, kartanyň masştabynda görkezilip, ini masştabyň kiçelmegi bilen masştabdan daşary häsiýeti alýar. Çyzyk görnüşli obýektler ýerdäki ýagdaýy, kartadaky şertli belginiň uzalan okuna dogry gelýär.

Ilatly punktlar, baglar, ekerançylyk meýdanlary ýaly uly sudurlar, kartanyň masştabyna seredilip, masştably ýa-da masştabsyz şertli belgileri bilen teswir-lenilmegi mümkindir. Meselem, ilatly punktlar uly masştably kartalarda sudurly şertli belgiler bilen, emma masştabynyň kiçelmegi netijesinde masştabsyz häsiýeti alýar.

Sudurly we masştabsyz şertli belgiler bilen teswirlenen şekilleri goşmaça gör-nüşinde häsiýetlendiriş we olaryň torlaryny görkezmek maksadynda *düşündiriş şertli belgileri* ulanylýar. Orulýan ýeriň suduryňyň çäginde berilýän, orulýan ýeriň toruny görkeziji şertli belgi we derýanyň akymyny we onuň akys tizligini görkezýän dil we san düşündiriş şertli belgilere mysal bolup biler. Başga-da derýanyň çuňlugyny, onuň düýbüniň topragyny, batgalygyň çuňlugyny, derýanyň adyny we ş. m. mysal getirmek bolar. Topografiki kartalarda berlen sanlar, harply bellikler we ýazgylyr düşündiriş şertli belgileriň hyzmatyny ýerine ýetirýär.

Sudurlaryň ululy-kiçiligine we ähmiýetine seredip topografiki kartalarynda her görnüşli ululyklardaky harplar(şriftler) ulanylýar. Meselem, ilatly punktlardaky atlary, şu ilatly punktda ýaşaýan adamlaryň sany we möhüm

syýasy-dolandyryş ähmiýetine seredip dürli ululykdaky we ýapgyt harplar bilen tapawutlandyryp ýazylýar.

Topografiki kartada teswirlemeleriň bir-birinden tapawutlanmagy we ýeňil, çalt düşünilmegi üçin özüniň tebigy reňkine gabat gelýän reňkine meňzeş boýalýar. Meselem, orulýan ýerleri, baglary, tokaýlary, gyrymsy agaçlyklary we başga ösümlük **ýerleri-ýaşyl**, ýer üstüniň **relýefini-goňur**, ýer üstüniň **gidrografiýasyny-gök** reňk bilen çyzýarlar.

Topografiki kartalarynda ulanylýan ýazywlar we reňkler, sudurlary bir-birinden tapawutlandyrylýar we kartany okamagy ýeňilleşdirmegine galman, ol kartanyň mazmunyny baýlaşdyrýar hem-de belli derejede şertli belginiň wezipesini doly ödeýär.

Türkmenistanyň topografiki kartalarynda ulanylýan şertli belgiler we ýazuwlaryň çyzylyş, ýazylyş tertibi, ölçegleri, häsiýeti we beýleki hususyýetleri *geodeziýanyň we kartografiýanyň mahsus görkezme gollanmalarında* berlendir. Bu görkezmeler Türkmenistanda topografiki kartalary düzmek we olardan peýdalanmak bilen meşgullanýan birnäçe kärhanlar we barlag-gözleg edaralary üçin satandart bolup hasaplanylýar.

### 9.3.2. Topografiki kartalardan relýefi öwrenmek

Ýer üstüniň tekiz dälligi, beýikli-pesligi, ýagny peslikleriň, beýiklikleriň we düzlükleriň ýygyndysyna şol ýeriň relýefi diýilýär (6.3-nji surat).

"*Relýef*" inlis sözi bolup türkmen diline "*görnüş, keşp*" diýen manyda terjime edilýär.

Ýer üstüniň relýefiniň görnüşüni, gelip çykyşyny, ösüş kanunlaryny öwredýän ylma *geomorfologiýa* diýilýär.

Relýef görnüşleri gelip çykyşy, uly-kiçiligi, häsiýeti, beýikligi boýunça bir-näçe görnüşlidir. Geodeziýada relýef formalary daşky görnüşü boýunça topar-lara bölmeklik kabul edilendir. Relýefiň formalary daşky görnüşü boýunça *be-lentli* we *pesli* bolýar. Relýefiň belent görnüşinden: *dagy, depäni, dag eňňidini, dag gerşini* we ş. m. görkezmek bolar. Peslik görnüşinden: *jar, jülge, balka, oýluk, çöketlik* we ş. m. sanamak bolar.

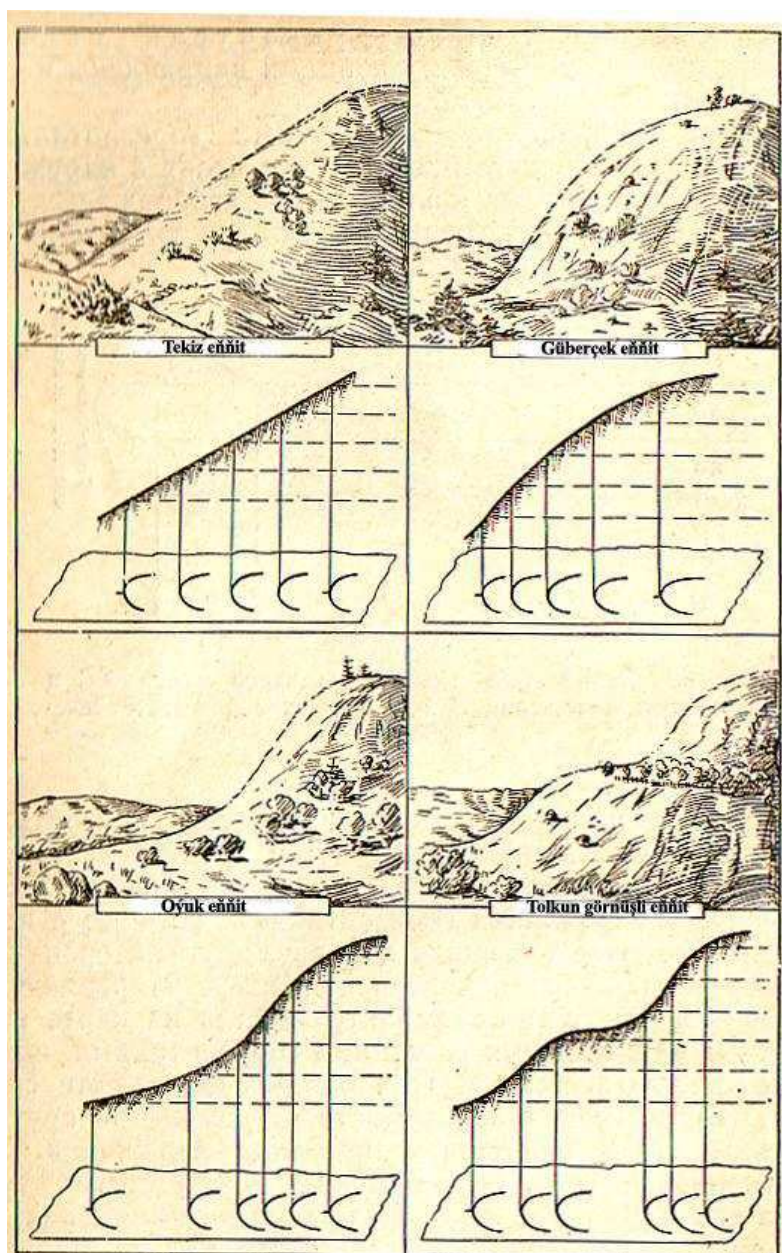
**Dag**-bu ýer üstüniň has ýokary galan, konus görnüşli we daşa öwrülen, berk dag jynslaryndan duran belentlik görnüşidir. Daglar okean derejesinden 500 m we ondan ýokary galýar. 200 metre çenli, ýer üstüniň konus görnüşli bolan belentligine **depe** diýilýär. Şüýnmek ýoly bilen emele gelen, dag beýikligine **dag gerişi** diýilýär. Onuň uzynlygynyň birnäçe kilometre ýetmegi mümkindir. Dagyň depeleri gümbezsuman, ýaýran konus, piramida we başga görnüşlerde bolmagy mümkindir. Hatarlygyna dowam edip, utgaşyp gidýän daglar **dag tekizligini** döredýär. Dagyň depesinden onuň etegine çenli gidýän çyzyga **onuň eňňidi** diýilýär. Dag eňňidi ýapgytlyk derejesi bilen ölçenilýär. Ýapgytlyk burçy **5°-a** çenli bolan eňňit *ýatyk*, **5°-dan 20°-a** çenli bolan eňňit

ýapgyt, **20°-dan 45°-a** çenli bolsa dik, **45°-dan** uly bolsa örän dik eňňit diýip aýdylýar (9.3.3-nji surat).

Atmosfera ygallaryny eňňit boýunça iki ýapgytlyk tarapa bölýän çyzyga *suw bölüji çyzyk* diýilýär. Dagyň iň ýokarky nokadyna *onuň depesi* diýilýär.

Relyefiň peslik görnüşüniň iň ulysy *çöketlikdir*. Çöketligiň uzynlygy, giňligi, çukurlygy dürli görnüşli bolýar.

Ýer üstüniň daş töwerege garanda konus görnüşli çuňlandyrylan keşbine *çöketlik* diýilýär. Çöketligiň iň pes nokady *onuň düýbi* bolýar. Çöketligiň gapdal üstüne onuň *eňňidi* diýilýär. Çöketligiň iň ýokarky bölegi onuň *gyrasy* bolýar.



9.3.3-nji surat. Ýer üstüniň eňňitligi.

Ýer üstüniň çuňlaşan, uzalyp gidýän görnüşine *oý* diýilýär. Oýuň görnüşleri bolup: jar, jülge, balka we ş. m. bolup biler.

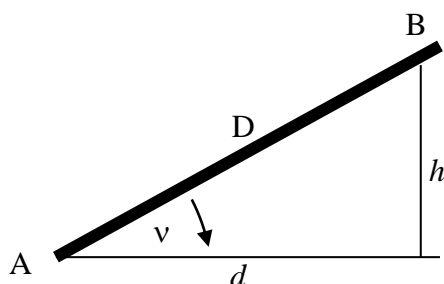
Wagtlaryň akar suwuň oýup giden uzyn kert kenarly çukuryňa *jar* diýilýär. Adatça jaryň aşagy dik bolup, onda ösümlük ösmeýär. Jarlaryň uzynlygy *birnäçe metrden onlarça km*, çuňlugy bolsa **50 m-e** ýetmegi mümkindir.

Aşagy örän dik bolan kiçi jara *jülge* diýilýär. Jülge suwuň ýuwmagy netijesinde ulalyp jara öwrülýär. Çukurlanmakdan saklanan, aşagy ýapgyt hem-de ot basan ýasy jarlyga *balka* diýilýär.

Suw bölüji çyzyk, çöketligiň düýbi bolýar. Eňňidiň görünmeýän ýeri we etegi relýefiň *esasy orografiki çyzyklary* bolýar. Oragrafiki çyzyklar ýer üstüniň relýe-finiň beýikli-pesini kesgitlemekde kömek berýär we ýeriň relýefini topografiýa kartasynda teswirlemekde esas bolup hyzmat edýär.

### 9.3.3. Ýer üstüniň relýefini topografiki kartada şekillendirmek

Ýer üstüniň kartada relýefini teswirlemekde topografiýa kartanyň masşabyna we geçirilýän işlere seredip dürli talaplar edilýär. Topografiýa kartalar: a) ýer üstüniň relýefiniň tipiki keşbini, ölçeglerini we bir-birine baglylykda ýerleşişini; b) nokatlaryň absolýut we otnositel beýikliklerini; c) eňňitleriň ugruny we ýapgytlygyny; d) ýer üstüniň beýleki sudurlarynyň relýef bilen baglylygyny kesgitlemäge kömek berýär.



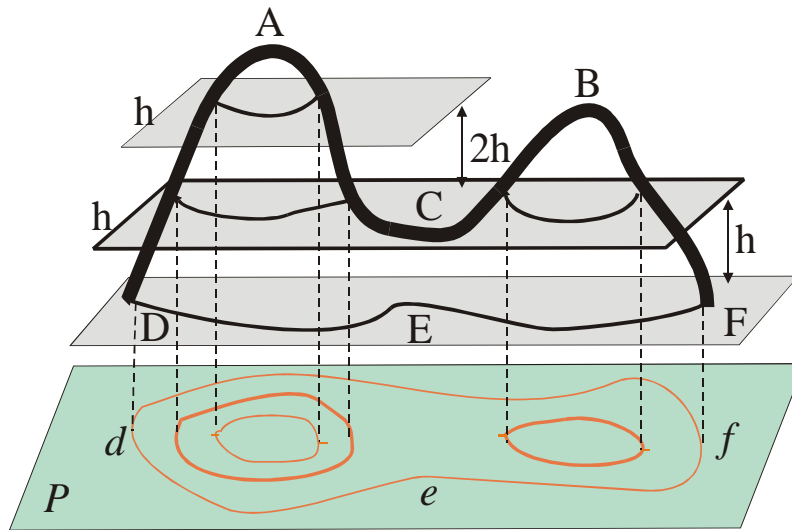
9.3.4-nji surat. Eňňidiň elementleri

Topografiýa kartalaryň masşabyna hem-de teswirlenýän ýer üstüniň relýefiniň baglanyşygyna seredip, dürli beýiklik kesimleri alnan, bu bolsa kartalarda relýefi belli talaplara laýyk getirmekde teswirlemäge mümkinçilik berýär. Mundan daşary, ýurdumyzyň ýeriniň çäginin dürli masştablardaky topografiki kartalary düzülen wagtynda we beýleki ylmy hem-de amaly işlerde peýdalanmak maksady bilen geodezik beýiklik daýanç torlary emele getirilendir.

Topografiki kartalary düzmekde relýefi geometrik taýdan takyk we meňzeş teswirlemekde ýardam berýän usullardan gorizontallar usuly we nokatlaryň beýikligini ýazmak ýoly hem-de mahsus şertli belgilerden peýdalanmak maksada laýykdyr.

Topografiki kartalarda relýef, aýratyn gorizontallar bilen teswirlenilýär. **Gorizantal** - beýikligi birmeňzeş bolan nokatlar toplumyny birleşdirýän ýapyk egri çyzykdyr. Gorizontala başgaça izogips diýip hem áýdylýar. Gorizontallaryň emele gelişini aşakdaky ýaly düşündirmeklik bolar. Depäni bir meňzeş beýiklikden geçýän gorizantal tekizlik kesip geçýär diýip pikir edeliň, şu

ýagdaýda bu gorizont tekizlikleriň depedäki eňitleri bilen kesişen ýerlerinde egri çyzyklar emele gelýär (9.3.4-nji surat).



9.3.5-nji surat. Gorizontallaryň emele gelişi.

Iki gorizont tekizligiň wertikal ugurdaky aralygyna - **relýefiň kesişme beýikligi** ( $h$ ), iki gorizontalyň arasyndaky eňit aralyga - **gorizontallaryň goýmasy** ( $d$ ), eňit bilen gorizont tekizligiň arasyndaky burç bolsa **ýapgytlyk burçy** ( $\nu$ ) diýilýär. Kesim beýgelmesi ( $h$ ), gorizontallaryň arasyndaky aralyk hem-de ýapgytlyk burçy bir-birine baglydyr we aşakdaky ýaly berilýär (9.3.5-nji surat):

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu; \quad d = h / \operatorname{tg} \nu; \quad \operatorname{tg} \nu = h / d.$$

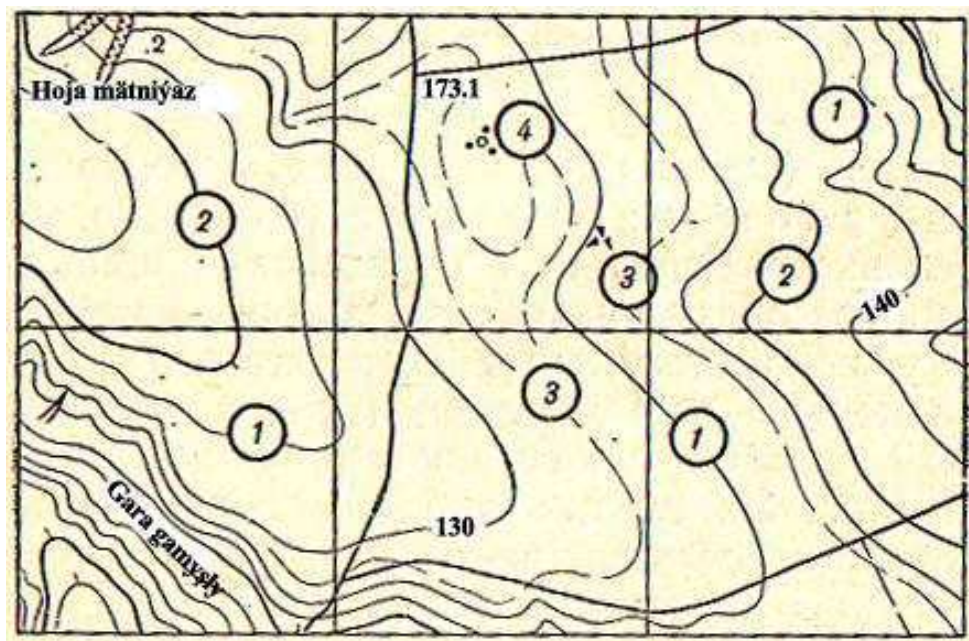
Diýmek, eňit näçe dik bolsa gorizontallar şonça dykyz, eňit näçe ýatyk bolsa-gorizontallar şonça-da seýrek ýerleşýär.

Topografiki kartalarda eňidiň görnüşleri gorizontallara gysga çyzyklary, bergştrihleri çyzyp görkezýärler. Bergştrihniň erkin ujy haýsy tarapa ýönelse, eňidiň ugry hem şol tarapa bolýar. Kartada teswirlenen ýeriň eňitligini haýsy tarapa seredilenligi, aýry gorizontallara ýazylyan sanlardan bilmek bolar, sanlaryň aşaky tarapy eňidiň ugruny görkezýär.

Belli masştably toopografiki kartalary üçin kabul edilen kesişme beýikligine laýyk çyzylan gorizontallara **esasy (baş) gorizontallar** diýilýär. Topografiki planlarynda we kartalarynda gorizontallar üznüksiz edri goňur çyzyklar görnüşünde çyzylýar. Esasy gorizontallaryň kesişme beýikligi kartanyň çarçuwasynyň aşagynda görkezilýär, ýagny “*Bütewi gorizontallar 2.5 metrden geçirilen*” ýazgy berilýär. Relýefiň okalmagyny ýeňilleşdirmek maksadynda, her başynjy gorizontaly ýogyn edip çyzýarlar. Meselem, gorizontallaryň kesişme beýikligi 2.5 metr bolsa, onda her onunjy gorizont **0 m, 12.5 m, 25.0 m** we ş. m. Eger-de relýefiň kesişme beýikligi 5 m bolsa onda, **0 m, 25 m, 50 m, 75 m** we **100 m** ýaly gorizontallar ýogyn edilip kartada çyzylýar. Daglyk ýerlerde iki ýogyn gorizontalyň arasynda galýan gorizontallary çyzyp bolmasa, olaryň

bazisleri çyzylyp galdyrylýar we goşa gorizontallar bir-biri bilen goşulyp gidýär. Aýry ýerlerde, relýefi esasy gorizontallar bilen doly görkezip bolmadyk ýagdaýynda relýefiň kesişme beýikliginiň ýarysyna deň bolanlary çyzylýar. Olara goşmaça gorizontallar diýilýär. Goşmaça gorizontallardan kartada *ýarym* we *çärýek* gorizontallary ulanylýar. *Ýarym gorizontallr* kartada üznä çyzyk görnüşinde çyzylýar. Olaryň beýikligi, bitewi gorizontallaryň beýikliginiň ýarysyna deň bolan aralykdan geçirilýär. Meselem, bitewi gorizontalyň kesişme beýikligi 5 metr bolsa, onda ýarym gorizontalyň beýikligi 2.5 m, 10 m bolsa 5 m we ş. m. alynýar. Relýefiň kesişme beýikliginiň dördten bir bölegine deň bolan aralykdan geçýän, şeýle hem kartada üznä çyzyklar bilen geçirilýän gorizont *çärýek gorizont* diýip atlandyrylýar. Çärýek gorizontallaryň kesiminiň uzynlygy, ýarym gorizontalyň kesiminiň uzynlygyndan gysga bolýar.

Topografik kartalarda nokatlaryň absolýut beýikligini tapmagy ýeňilleşdirmek üçin, aýry gorizontallara we relýefiň häsiýetli nokatlaryna, olaryň beýikligi ýazylýar. Türkmenistanyň ýeriniň çäginde düzülýän topografiýa kartalary üçin **Baltika deňziniň** suwunyň üst derejesini *başlangyç üst* diýip kabul edilenligi sebäpli, topografiki kartalardaky aýry gorizontallary we nokatlaryň beýiklikleri, şu gorizont we nokadyň Baltika deňziniň suwunyň üstünden hasaplanan beýikligini görkezýär (9.3.6-njy surat).



9.3.6-njy surat. Gorizontallar bilen Ýer üstüniň relýefini şekillendirmek:  
1-esasy galňaldylan gorizont; 2-esasy gorizont, 3-ýarym gorizont;  
4-çärýek gorizont.

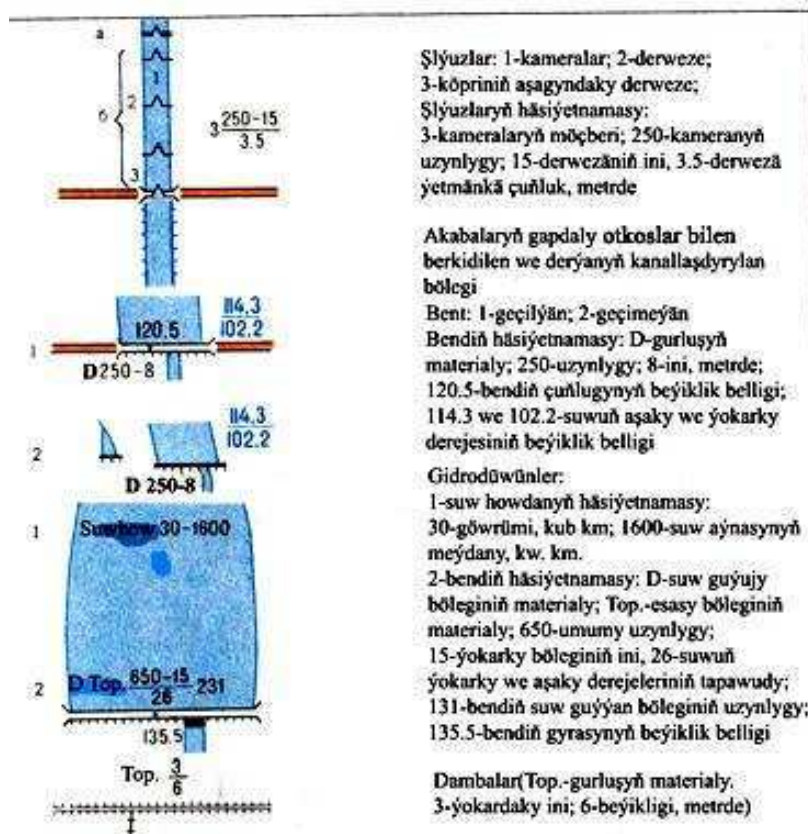
Örän dik formaly relýefiň keşpleri (jar, gaýa, jülge we ş. m.), örän kiçi tebigy keşpleri (çukur, karst, woronkalar, ýaplar we ş. m.) belent dagly sebitlerde buz jary we ş. m. hem-de adamlaryň işiniň netijesinde emele gelen

kiçi süýnmek relýef keşpleri (göterilme, böwet, depe we ş. m.) kartada gorizontallar bilen görkezilende gorizontallar bir-birine goşulýarlar ýa-da olary gorizontallar bilen görkezip bolmaýar. Şular ýaly formalary kartada teswirlemekte relýefiň emeli keşbi-gara reňkde, belginiň ýanyna relýef formasynyň beýikligi ýa-da pesligi ýazylýar. Bu şertli belginiň ýanyna gorizontallar bilen görkezilen relýef formasyny doldyrmak bilen birlikde, ýer üstüniň aýratynlygy görkezilýär. Meselem, topografiki kartada jar we jülgäniň teswirlenişi şol ýerleriň nähili öwrenilenligini, onuň gurluşyk, halk hojalygy we beýleki işleri üçin ýarawly ýa-da ýaramaýanlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

### 9.3.4. Kartada gidrografiýa tory

Kartanyň *matematik esaslaryna* kartografiki proyeksiýalary, kartanyň masştaby, döwlet geodeziki daýanç punktlary, kartanyň çarçuwasy we ş. m. girýär. Kartanyň matematiki esasyň düýp mazmuny bilen biz kitabymyzyň IV babında tanyş bolupdyk.

*Gidrografiýa özüniň giň* manysy boýunça ummanlaryň, deňizleriň, kölleriň, derýa torlarynyň we beýleki suw çeşmeleriniň, kenar ýaka çyzyklaryny kartada görkezilmegini öz içine alýar. Kartanyň gidrografiýa tory kartanyň masştabynyň mümkinçiligine baglylykda, maksimal dolulyk bilen görkezilýär.



9.3.7-nji surat. Gidrografiki obýektler.

Umumy geografiýa we topograrafiýa kartalara göz aýlanda ilki bilen okaýjynyň gözüne gidrografiýa tory ilýär. Olar kartada gök reňkiň üsti bilen suratlandyrylýar (9.3.7-nji surat). Gidrografiýa tor fiziki-geografiýa elementleriniň esasy bolmak bilen çäklenmän, olar adamyň ýaşaýyş durmuşynda hem ähmiýetlidir. Türkmenistanyň kartalarynda deňizlerden: Hazar denizi; uly derýalardan: Amyderýa, Murgap, Tejen, Garagum we Türkmen derýalary; uly köllerden Sarygamyş köli we başga ownujak derýadyr, kölleri bardyr. Ondan daşary Türkmenistanyň çäginde oba hojalykda ekerançylyk ýerlerini suwarmak we ýerlerden gaýdan galyndy suwlary äkitmek üçin niýetlenen, emeli suw howdanlary, ilatly punktlary suw bilen üpjün etmek üçin ýaplar(arnalar) bardyr.

Gidrografiýa obýektleri kartalaryň masştabyna we olaryň ölçeglerine baglylykda masştably, masşabyň kiçelmegi bilen olaryň, ini masşabdan daşary ýerleşdirilýär. Olar şertli belgiler, ýazgylar we sanlar bilen goşmaça doldurylýar. Gidrografiýa obýektleriň käbirleri masşabdan daşary şertli belgileri bilen kartada görkezilýär. Meselem, Türkmenistanyň kartasynda guýylaryň we suw çeşmeleriň berlişi, çöllük we ýarym çöllük sebitlerinde durmuş üçin wajyp rol oýnaýanlygy sebäpli alynýar.

Bir we iki çyzykly derýalary görkezmegiň kriteriýasy bolup olaryň ini durýar. Aşakdaky tablisada, derýalary masşaba baglylykda nähili şekillendirmelidigi görkezilendir (9.3.1-nji tablisa)

9.3.1-nji tablisa

| Derýalary<br>Şekillindirmek                       | Kartanyň masşabynda, derýalary şekillendirmek,<br>metrdäki ini |                  |                  |                 |
|---|--|------------------|------------------|-----------------|
|   | 1:10000  | 1:25000          | 1:50000          | 1:100000        |
| Bir çyzyk bilen                                   | 3-e çenli  | 5-den az         | 5- den az        | 10- den az      |
| Iki çyzykly(0.3 mm aralykdan)                     | 3-den 6-m. çenli   | 5-den 15-e çenli | 5-den 30-e çenli | 10-den 60 çenli |
| Iki çyzykly, derýanyň hakyky inini saklamak bilen | 6-den köp  | 15- den köp      | 30-den köp       | 60- den köp     |

Uly derýalar kartada masşaba baglylykdy iki çyzyk bilen, arasyny gök reňk bilen boýamak arkaly görkezilýär.

Gidrografiýa obýektleriň her biri özüniň geografiýa adyna eýedir. Şriftleriň ýazylyş aýratynlygy, obýeketleriň görnüşini, özüniň ölçeglerini, transport äh-miýetlidigini görkezmek bilen kartada suratlandyrylýar.

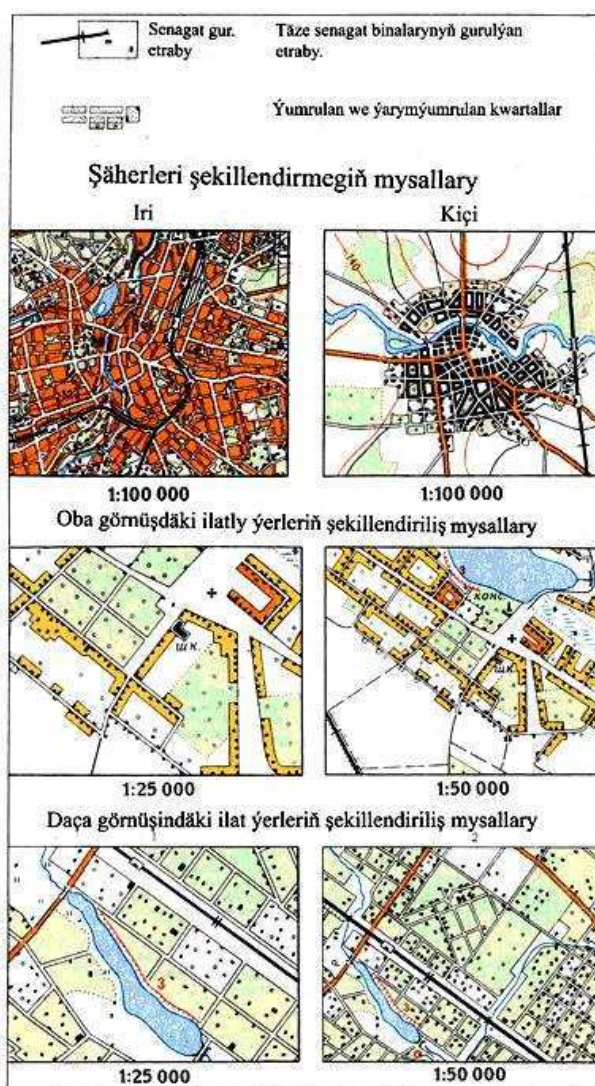
Derýa suwunyň derejesiniň absolýut beýikligini kesgitlemek üçin derýalarda kenar ýakada bellenen, ölçenen derejä(urowene) getirlen beýikligi görkezilýär.

Türkmenistanyň kartalarynda, bir çyzyk bilen suratlandyrylýan, kartadaky uzynlygy 1 sm-den gysga bolmadyk, ýaplar, arnalar, tebigy we emeli suw çeşmeleriň ählisi görkezilýär.

Gidrografiya tory kartada suratlandyrmak, ondaky ahlly gidrotehniki desgalary (gidroelektrik stansiýalary, portlary, pristenleri, maýaklary we başgalary) we ýol gurluşlary hem-de geçelgeleri(köprüleri, paromlary,) görkezmek bilen alnyp ba-rylýar.

### 9.3.5. Kartada iletly punktlar

Islendik görnüşli kartalaryň esasy elementleri bolup, onuň iletly punktlary durýar. Şol sebäpli kartograflar elmydama, berlen masştabda iletly punktlary ýokary takykylyk bilen suratlandyrýarlar (9.3.8-nji surat). Masştablary  $1:300000$ -e çenli kartalarda, iletly punktlaryň ahlly şekillendirilýär.  $1:300000$  masştably kartalardan kiçi bolsa, iletly punktlaryň ahllyni görkezmek mümkinçiligi peselýär we kartografiya generalizasiýanyň täsirine esaslanýlýar.  $1:1000000$  masştably gözýetimli-topografiya kartasynda olaryň 12-15%-ini görkezmek bolar.



9.3.8-nji surat. Topografiki kartasynda iletly punktlar.

İlatyň alyp barýan önümçilik işlerine we ilatly punktlardaky ýaşajylaryň sanyna baglylykda: şäher, şäheçeler, senagat kärhanalarynyň, demir ýollaryň, ýanyndaky ýaşajyşlar, oba we daça görnüşdäkilere bölünýär. İn möhüm orunlary iri ilatly punktlary, olardan 100000 ýaşajydan köp, orta-50000 müňden 100000 çenli we kiçi-50000 kiçi ilatly punktlary bellemek bolar.

Şäheri planlaşdyrmakda esasy görkezijiler bolup: onuň tutýan meýdany, şäher çägiň konfigurasiýasy, şäheriň çägindeki we oňa barylýan ýerleriň aýratyn-lyklary, abadanlaşdyrylyşynyň häsiýetleri, binalaryň gürligi, ýerasdy guruluşlaryň barlygy we suwlaryň derejesi bilen tapawutlanýar.

Şäherleriň hemişelik planirowkasy, özüniň göni köçeleri we her bir kwartalyň geometriki dogry formasy, formalardan gönüburçly, radial we kombinirlenen ýalylary tapawutlanýar. Gönüburçly kwartallar özündäki bar bolan köçeleriniň gönüburçly kesişmek ulgamlary bilen tapawutlanýar. Radial planirowkada magistral köçeleriň merkezden şäheriň çetlerine radius boýunça ýaýraýan görnüşli, emma aralyk bolsa ýapyk egri çyzyklaryň görnüşünde bolýar.

İlatly punktlar kartada şekillendirilende: ilatly punktyň *görnüşü*, *ýaşajylarynyň mukdary* we *syýasy-dolandyryş* bahany alýandygy göz önünde tutulmak bilen görkezilýär.

Kartalarda ilatly punktlaryň görnüşü we olardaky ýaşajylaryň mukdary, onuň adyny ýazmakda ulanylýan şriftleriniň ýazylmagy bilen berilýär.

İlatly punktlaryň *syýasy-dolandyryş* bahasy kartalarda, döwletiň paýtagty, welaýat merkezleri, şeýle hem ilatly punktlarda ýerleşen ýerli guramalary tapawutlandyrmak bilen suratlandyrylýar. Döwletiň paýtagty we dolandyryş ilatly punktlary şriftleriň ýazlyş beýikligi we atlary ýazmakda ulanylýan şriftleriň görnüşü bilen tapawutlandyrylýar. Etrap merkezleri, şäherçe we oba arçynlary gysgaldylan ýazgylar görnüşinde, ilatly punktuň aşagynda berilmek bilen geçirilýär.

1:25000-1:200000 masştably kartalarda düzgün boýunça ähli ilatly punktlar görkezilýär. 1:100000 we 1:200000 masştably kartalarda ýaşajyş 100-den az bolan ilatly punktlara çenli obalaryň atlaryny ýazmazlyk şerti bilen, ähli ýaşajyş punktlary alynýar. İlatly punktlary şekillendirmegiň ýüküni, 1:500000 we 1:1000000 masştably kartalarda, etrabyň ýerleşen ýeriniň häsiýeti, ilatly punktyň gürlügi, onuň tutýan meýdany, bahasy we görnüşü boýunça tapawutlandyrmak bilen alynýar.

1:25000-1:1000000 masştably topografiýa kartalarynda şäherler ýaşajylary-nyň sany boýunça 7 sany topara bölünip görkezilýär: 100000-den 500000-e çenli, 50000-100000, 10000-50000, 2000-10000 we 2000-den az ilatly punktlar tapawutlandyrylýar.

Oba ilatly punktlaryň ilat sany şu aşakdaky görkezijiler bilen häsiýetlenýär: 1000 ýaşajydan kän (200 öýden köp), 500-den 1000 çenli (100-den 1000 öýe çenli), 100-den 500 çenli (20-den 100 öýe çenli) we 100 ýaşajydan az bolan ilatly punktlar tapawutlandyrylyp berilýär.

Ilatly punktlary şekillendirmek meýdanly, masştabdan daşary we çyzykly şertli belgiler ulgamyny ulanmak bilen görkezmek bolar.

Eger-de *1:10000* we ondan uly masştably kartalarda ähli ilatly punktlar görke-zilýän bolsa, *1:200000* masştably kartalarda ilatly punktlar orientir ähmietli bolmasa galdyrylyp, galanlary saýlamak prosessine duçar bolýarlar. *1:500000* masştably kartalarda ilatly punktlaryň käbir bölegini aýyryp, galanlaryny punsonlar görnüşünde saklaýarlar, *1:1000000* masştably kartalarda bolsa olaryň uly bölegini kartadan aýyryp, galanlaryny bolsa punsonlar bilen, ýagny ilatly punktyň kartadaky tutýan meýdany *5 mm kw-dan* uly bolsa, onuň plan ýagdaýyny görkezmek bilen şekillendirýärler.

Ilatly punktlardaky ýaşaýjylaryň häsiýetini (mukdaryny), punsonlaryň ölçegleri kesgitlemän, onuň adyny ýazmak üçin ulanylýan şriftleriň ölçegleri kesgitleýär.

### 9.3.6. Kartada aragatnaşyk ýollary

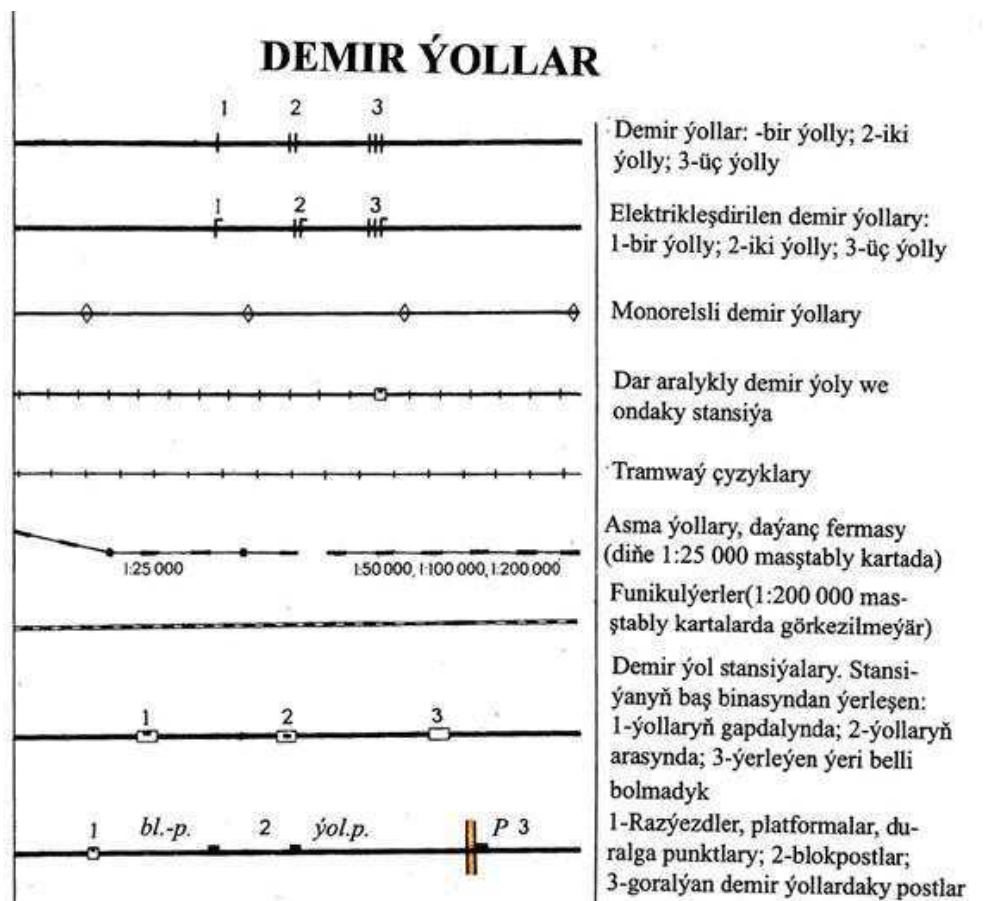
Aragatnaşyk ýollary adamyň durmuşynda esasy orunlary tutýar. Biz durmuşda köp aragatnaşyk ýollarynyň dürli görnüşi bilen iş salyşýarys. Ulaglar geografiýasynyň biri hem gatnaşyk ýollary bolan demir ýollarydyr. Olar köp gatnawlydyr. Biziň ýurdumyz, ýagny **Garaşsyz Bitarap Türkmenistanda** 1996-njy ýylyň Maý aýynyň 13-nde maýynda açylan **Tejen-Sarahs-Meşhed** demir ýoluny, 1999-njy ýylyň sentýabr aýynyň 29-yna gurlan, ýurdumyzyň we beýleki ýurtlaryň ykdysadietini ösdürmekde wajyp rol oýnajak **Türkmenabat-Atamyrat** demir ýoluny öz zynjyryna goşdy. Demir ýollarynda hereket: dizelli, bugly we elektrik çeşmeleriniň kömegi bilen hereket edýän ýaly tapawutlandyrylyp, kartalarda görkezilýär. Şeýle hem demir ýollary kartalarda şekillendirmekde geçiş relsiniň ini, giň inli (*1435 mm* we ondan ulylary, biziň ýurdumyzda we **GDA-nyň** döwletlerinde-*1524 mm*) we dar inli (*1435 mm* we onda az); gatnaw ýollary boýunça birgatnawly, iki gatnawly, üçgatnawly, görnüşi boýunça: hereket edýän, gurulýan we ýygñalan ýaly toparlara bölünip görkezilýär (9.3.9-njy surat).

Gurulýan we dar inli demir ýollary gatnaw sanyny we çekiş usulyny görkez-mezden, kartalarda görkezilýär.

Aýratyn şertli belgiler bilen demir ýollarynyň aýrylan düşegi görkezilýär. Demir ýollarynyň *20%-den* agdyklyk edýän bölekleri, ştrihli şertli bilgileri bilen burç görnüşünde şekillendirilýär. Kartanyň masştabynda *1.5 mm* inililikdäki ýüklenýän-düşürilýän gurluşlary, onuň hakyky iniligi bilen şekillendirilýär.

Demir ýollary topografiýa kartalarynda, gara bitewi çyzyklar bilen şekillen-dirilýär. Topografiýa kartalarynyň ählisinde demir we awtomobil ýollarynyň ug-rundaky tuneller (ýer asdy geçelgeler) görkezilýär. Olar kartalarda “**Tun**” diýen ýazgsyny, onuň beýikligini, inini we uzynlygyny görkezmek bilen geçirilýär.

100 m we ondan uzyn bolan demir ýol köprülerini belgilemekde, köpriniň gurlan materialy, suwyň üstünden fermanyň (üçeginiň) aşagyna çenli aralygy ýa-da ýeriň üstünden beýikligi we mertdäki uzynlygy ýazylýar. 100 m gysga bolan köprüleriň belgilerinde, diňe köpriniň haýsy materialdan ýasalanlygy baradaky maglumat berilýär.



9.3.9-njy surat. Topografiki kartasynda demir ýollar.

*Awtomobil ýollary* örtükli (awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse ýollary) we ýapynjasyz kämilleşdirilen toprak(gumak) ýollary ýaly tapawutlanýar. Tehnikanyň hereketine iň güýçli täsir edýän ýoluň parametrllerinden, ýoluň geçiş böleginiň ini, örtügiň görnüşi, ýoluň uzabaýuna eňňidi (ýapgytlygy) we öwrümiň radiusy, ýol gurluşlarynyň barlygy we onuň häsiýetini görkezmek bolar (9.3.10-njy surat).

Ýoluň örtüginin görnüşini, onuň berkligini we hyzmat etmeginiň möhleti kesgitleýär. Ýapynjalaryň esasy görnüşleri bolup: *asfalt-betonly*, *asfaltly*, *çagylly*, we *daşly* bolýar.

Toprak (gumak) ýollary köplenç tomus aýlary awtoulaglaryň hereket etme-gi üçin gerek bolýar, gyş möwsümleri ýagynlaryň köp ýagmagy, olardan geçmek mümkinçiligini ýaramazlaşdyrýar. Olaryň geçmek mümkinçiligi köplenç topragyň görnüşüne we onuň çyglylygyna bagly bolýar.

Ýoluň relýefiniň formasy arkaly *galmagyna* we *düşmegine*, onuň **eňňidi** diýilýär. Eňňidiň (*i*) mukdaryny prosentde aňlatmak bilen şu aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$i = \frac{h}{L} \cdot 100$$

bu ýerde *h*-galmagyň ýa-da peselmegiň belentligi; *L*-galmagyň ýa-da düşmegiň uzynlygy.



9.3.10-njy surat. Topografiki kartasynda awtomobil ýollary.

1 %-e deň bolan eňňit ýoluň 100 metrden 1 m galmagyny ýa-da düşmekligini görkezýär. Türkmenisnanyň awtomobil ýollaryndaky iň uly eňňit 1-2 %, tekiz depeli ýerlerde, daglyk ýerlerde 9-10 % -den geçmeýär.

Awtomobil we toprak ýollary kartalarda şekillendirilende tehniki kämilligi ýa-da häsiýeti boýunça geçip boljak ýa-da bolmajaklygy tapawutlandylyp görkezilýär.

Awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse ýollary, adatça islendik masştably kartalarda görkezilýär. 1:25000 we 1:50000 masştably kartalarda toprak ýollaryň ählisi görkezilýär. Emma 1:100000 we ondan kiçi bolan topografiýa kartalarda saýlamak(kartografiýa generalizasiýanyň täsiri netijesinde) bilen görkezilýär. Toprak ýollary 1:25000 masştably we ondan uly masştably kartalaryň ählisinde, emma 1:50000 we ondan kiçi masştably kartalarda saýlamak bilen görkezilýär.

Şosse we kämilleşdirilen awtomobil ýollarynyň çyzygynyň(şertli belgisiniň) üstüne, ýörite belgi bilen kiçi radiusly öwürümler(25 m çenli) we uly eňňitli ýoluň bölekleri(8 % we ondan uly) belgilenýär.

Awtostradalary we şosse ýollary kartada şekillendirmek, olaryň häsiýetlerini: ýoluň geçiş böleginiň inini (awtostradalarda bir zolagyn ini we zolaklaryň sany), ýer düşeginiň (şosse ýollary üçin) we ýapynjasynyň materialyny (A-asfalt, D-daşly, Ç-çagyly, G-grawiýli, S-sementli beton ýaly) ýazylyp görkezilýär. Meselem, 13(17)A, bu ýerde 13-asfalдың örtükli böleginiň ini, 17-ýoluň umumy ini, A-ýapynjasynyň görnüşiniň asfaltlygyny görkezýär.

Topografiýa kartalarynda ýollar çyzykly şertli belgileriň kömegi bilen, iki çyzykly (awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse, kämilleşdirilen toprak ýollary) we bir çyzykly meýdan toprak ýollary, üzňe çyzykly pyýada ýollary şekillendirilýär.

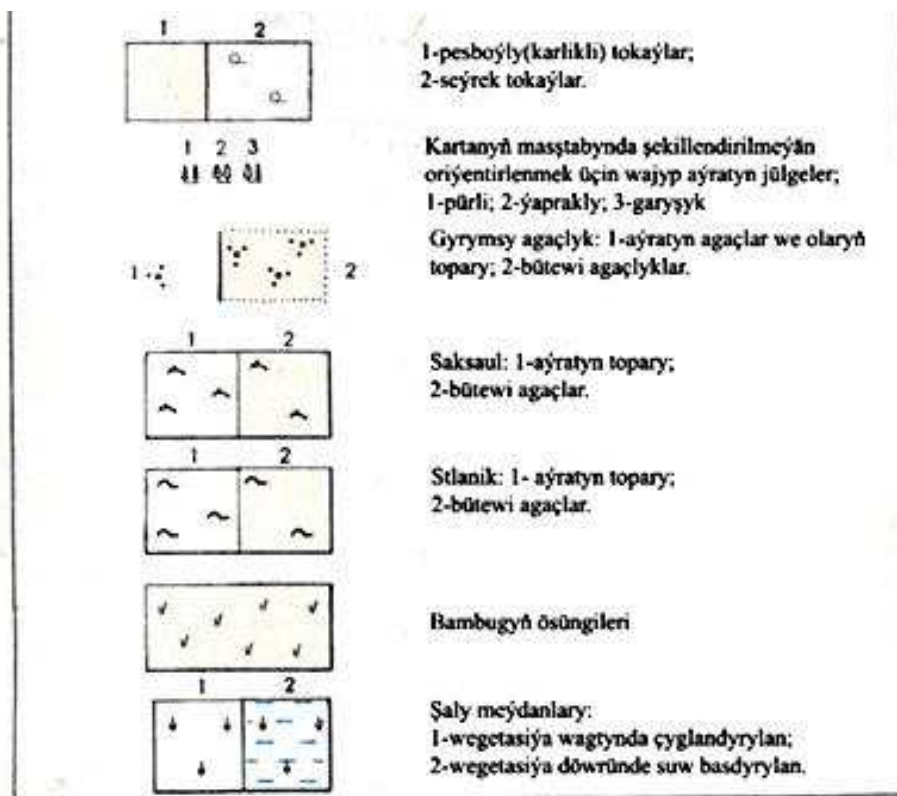
Ýollaryň ýakasyndaky beýiklik we peslikler 1:25000 we 1:50000 masştably kartalarda 1 m we ondan belentleri, 1:100000 we 1:200000 masştably kartalarda bolsa 2 m, we 3 m degişlilikde belentlikdäkileriň ählisi görkezilýär. Ýoluň ýakasyndaky belentligi we pesligi kartada, onuň beýikligini ýazmak bilen geçirilýär.

Awtomobil ýollaryň ýakasyndaky kilometr ýazgylary seýrek orientirlenýän sebitleriň islendik masştably kartalarynda görkezilýär. Şeýle hem olaryň, relýefi-niň häsiýetli ýerlerinde ýerleşenlerine, kilometrli belgä, kilometr sanlaryny ýazmak bilen alnyp barylýar.

### **9.3.7. Kartada ösümlik örtügi we topragy**

Tebigatda toprak we ösümlik örtügi (ýapynžasy) özüniň baý, dürli görnüşliligi bilen tapawutlanýar. Emma muňa garamazdan, hiç bir umumy geografiýa karta, nähili uly masştably bolsa-da, şol baýlygy doly geçirmäge mümkinçiligi ýokdyr. *Toprak-ösümlik* örtüginin doly görkezilmegi, kartadaky beýleki elementleriň görkezilmegine zyýan getirmezligine baglydyr. Diňe esasy

mazmuny *toprak-ösümlük örtügi*niň elementlerini *görkezýän kartalarda* ýeterlik doluluk bilen görkezilýär (9.3.11-nji surat).



9.3.11-nji surat. Topografiki kartasynda ösümlük örtügi.

Ösümlük örtügi kartalarda şekillendirmek üçin, olary şu aşakdaky toparlara bölmek bilen ugur alynýar: agaçlara(tokaý, jülge we aýry baglara) we gyrymsy agaçlyklara; ýarym gyrymsy, otluk; emeli agaçlara (baglar, seýilgähler, plantasi-ýalar) ýalylara bölünýär.

**Tokaý**-bu agaçlaryň beýikligi 4 m pes bolmadyk, özleriniň kökleriniň uzynlygy 0.2 metrden(kökleriň goşulmagy, bu ähli ýeriň üstündäki agaçlaryň kökleriniň proeksiýasynyň, meýdançanyň meýdanyna bolan gatnaşygy) uzyn bolmalydyr, 0.2 m az bolan agaçlar toplumyna seýrek tokaýlyk diýilýär.

Tokaýyň düzümi, ondaky bar bolan dürli görnüşli agaçlaryň mukdary bilen, prosentda aňladylýan agaçlaryň baldyrlary kesgitlenilýär. 80 %-den az bolmadyk bir görnüşli agaçlara **arassa tokaýlar** diýilýär. Agaçlaryň görnüşleriniň 20 %-e çenli toparlary duş gelýän tokaýlara **garyşyk** diýilýär. Agaçlaryň görnüşleri boýunça tokaýlar ýaprakly, pürli we garyşyk ýaly bolýar.

**Gyrymsy tokaý**-agaçlaryň beýikliginiň 4-metre çenli aralykdaky tokaýa aýdylýar. Gyrymsy tokaýlarda her bir ösümlük bir kökden birnäçe baldyr ösmegi bilen tapawutlanýar.

Otly ösümlükler, özleriniň ösýän ýerleri boýunça çemenlik we çöllük, beýikligine baglylykda pes otluk (1 metre çenli) we beýik otluga (1 metrden uzyn) bölünýär.

Medeni ösümlüklere köp sanly emeli ekinler we medeni ösümlükleriniň ekinleri (miweli baglar, sitrus ekinleriniň plantasiýalary, tut ağaçlary, üzümlikler, çay plantasiýalary, şeýle hem meýdan we mellek (ogorod) ösümlükleri degişlidir.

Orientir üçin ähmiýetli, aýry duran ağaçlar, mahsus şertli belgiler bilen ýaprakly ýa-da pürli ýaly tapawutlandyrylyp kartada berilýär.

Ýer üstüniň birnäçe metrlikdäki galyňlygyna *toprak* diýilip atlandyrylýar. Ýer üstüniň ýumşak **1.0-1.5 metr** galyňlykdaky gatlagyna topragyň baý gatlagy diýilýär. Topraklar daşly we ýumşak ýaly toparlara bölünýär.

Topragyň esasy görnüşleri klimatik faktorlaryň täsir etmegi bilen polýuslardan ekwatora tarap zonalara bölünendir. *Olardan*: tundraly toprak, küljümek toprak, gara toprak, goňur toprak, sary toprak, gyzyl toprak ýaly görnüşlerde bolýar.

**Çägeli çölün** uly meýdanyny çägeler tutýar. Olar depe, giňiş we oýluk görnüşli duş gelýär.

Çöllük ýerlerde köpräk takyrlar, şorluk ýerler duş gelýär. *Takyr-çöllük* ýerlerde tekiz toýunsow görnüşli, relýefiň pes ýerinde duş gelýär.

Çöllükler kartanyň masşabynda *1 sm kw* ýeri tutýanlary görkezilýär. *1:50000* we *1:1000000* masşably kartalarda çölleri şekillendirende, olary tekiz, depeli we giňişli ýaly tapawutlandyrmak bilen görkezýärler.

Batgalyklar kartalarda gök gorizonta çyzyklar bilen, geçip bolýan we bolmaýan ýaly tapawutlandyrylyp berilýär. Şeýle hem olaryň çuňlugy kartada ýazylmak bilen alnyp barylýar.

### 9.3.8. Kartada senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni desgalary

Zawodlar, fabrikler we elektrik stansiýalaryň ýeriniň çäkleri kartanyň masşabynda, degişli şertli belgileri, aýry gurluşlary ýa-da önümçilik desgalary bilen, atlaryny ýazmak bilen şekillendirilýär. Eger-de bu obýektler kartanyň masşabynda şekillendirilmese, onda olar degişli masşabdan daşary şertli belgiler bilen, gerek ýagdaýda ýazgylar bilen ugrukdyrylýar.

Zawodyň, we fabrigiň trubalaryny, radio we telewizion maçtalary, *50 m* we ondan beýik (uzyn) bolan binalar, hem-de ilatly punktlarda ýerleşýän terrikanlar kartalarynda şekillendirilende, olaryň şertli belgisiniň ýanyna beýikligini ýazmak bilen, eger-de bu bina ilatly punktyň çäginde ýerleşmedik bolsa, onda olaryň şertli belgisiniň ýanyna deňiz derejesinden beýikligi hem ýazylýar (9.3.12-nji surat).

Aeroportlar, aerodromlar we gonyş meýdanlary kartalarda, olaryň hakyky ölçeglerini saklamak bilen geçirilýär. Olaryň araçäklerini germewli ýa-da punktir şertli belgiler bilen, suduryň içinde bolsa olaryň belgisi, aerodrom

(gonuş meýdany) goýulýar. Aerowokzallar, angarlar, ussahanalar we başga binalar kartalarda şol binalaryň öz şertli belgileri bilen şekillendirilýär.



9.3.12-nji surat. Topografiki kartasynda senagat, oba hojalyk desgalary.

Açyk ýol bilen gazylyp alynýan peýdaly baýlyklar we olaryň ýerleşýän ýerleri özlerniň sudury, ýagny gazylyp alynýan ýeriň çäginin meýdanyny görkezmek bilen geçirilýär. Karýerleriň belgilenýän ýerleriniň ýakynynda 1:25000 we 1:50000 masştably kartalarda 1 metre çenli çukur, şeýle hem 1:100000 masştably kartada 2 metrden çukur bolan ýerleri mertde ýazmak bilen alnyp barylýar.

Nebitli, gazly we başga geçiriji çyzyklary (ýer üsti we ýer asty), düzgün boýunça kartada görkezilende, olaryň ählisi görkezilýär. Bu elementlere ilatly punktlaryň içindäki truba geçirijileri degişli däl.

**Elektrik geçiriji çyzyklary kartalarda** özlerniň belli şertli belgileri, ýagny direg-daýanç görnüşünde: agaçly we metally daýanç çyzyklary ýa-da demirbetonly ýaly görkezilýär. Kartalarda her bir 6-8 sm daýanç çyzyklarynyň metrde, beýikligi ýazylýar. Elektrik geçirijili çyzyklary we ilatly punktlaryň arasyndaky arabaglanyşyklar, hem-de demir we awtomobil ýollarynyň ýakasyndakylary, düzgün boýunça kartalarda görkezilmeýär.

1:200000 masştably kartalarda ähli senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni obýektleri, haçan-da düzgün boýunça, bu obýektler ilatly punktlaryň daşynda ýerleşen bolsa, saýlamak bilen alynýar.

1:500000 we 1:1000000 masştably kartalarda senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni binalar özlerniň wajpylygyna serdilip, saýlanyp alynmak bilen görkezilýär.

### 9.3.9. Kartalarda syýasy we dolandyrys araçäkleri

Türkmenistanyň kartalarynda şu aşakdaky araçäkler: döwlet, welaýat, etrap we hojalyk, goraghana, zakaznik we beýleiki araçäkler görkezilýär.

Döwlet araçäkleri kartada halkara resmi gepleşikler esasynda tassyklanan materiallara laýyklykda takyk, onuň geçýän ýerlerini görkezmek bilen şekillendirilýär. Döwlet araçäklerini görkezmekde ähli serhet belgileri we nyşanlary bilen berilýär. Eger-de araçäk derýa, ýaplar, darajyk akymlar boýunça geçse, onda şu obýektleriň iki tarapynda hem degişli serhet belgileri şekillendirilýär (9.3.13-nji surat).



6.13-nji surat. Topografiki kartasynda araçäkler.

Türkmenistanyň *syýasy-dolandyrys* bölünişiginiň araçäkleri, nobatçy kartalary we başga resmi materiallary boýunça görkezilýär.

Ähli araçäkler kartada minimal umumylaşdyrylyp, uly ünüslilik bilen egrem-bugramlary, öwrümlü we göni araçägiň meýdançalary, gödek öwrümler şertli belgileriň nokatlary bilen şekillendirilýär. Gury ýerde, emma ýerdäki çyzykly obýektler bilen gabat gelyän araçägiň bölegi, şertli belgiler bilen üznüksiz, şeýle hem şertli belginiň oky, araçägiň hakyky ýagdaýy bilen gabat getirmek bilen görkezilýär. Ýerdäki çyzykly desgalar (ýollar, ýaplar, derýalar) bilen gabat gelyän araçäkler şertli belgileriň 4-6 sm uly bolmadyk zwenolary bilen belgileýärler. Araçäk çyzykly obýektleriň ýakasy bilen geçýän bolsa, onda çy-zykly binanyň niresinden araçäk geçýän bolsa, şertli belgini şol tarapa çyzyp görkezýärler. Eger-de araçäk forwator ýa-da iki çyzykly derýanyň ortasyndan geçýän bolsa, onda olar toparlaýyn zwenolar bilen kenar ýaka çyzyklaryň ortasyndan, ähli egrem-bugramlary we öwrümleri saklamak bilen şekillen-dirýärler.

Eger-de araçäkleri şekillendirmekde birnäçe araçäkler, ýagny welaýatyň araçägi bilen ýokary rangly(ýurdyň) araçäk gabat gelse, onda ýokary rangly, ýagny döwlet araçägiň şertli belgisi çyzylýar.

Kartalarda adaty, ähli döwlet goraghanalaryň araçäkleri görkezilýär.

### 9.3.10. Kartada geodeziki punktlar

Kartalarda dürli şertli belgiler bilen aşakdaky geodeziýa punktlary suratlan-dyrylýar: döwlet geodeziýa torlarynyň punktlary, ýeriň üstünde merkezler bilen berkidilen, surata almak torunyň nokatlary, astronomiýa punktlary, döwlet niwelir toruna deňişli bolan reperler we markalar şekillendirilýär (9.3.14-nji surat).



9.3.14-nji surat. Topografiki kartasynda geodeziki punktlar.

Punktyň ýerleşen ýerini belgileýän, geodeziýa punktlaryň şertli belgisiniň merkezi, kartalarda maksimal takyklyk bilen, koordinatlary boýunça geçirilýär. Geodeziýa punktlaryň şertli belgisi, onuň beýikligini, metrde ýazmak bilen alnyp barylýar.

Depede, binalaryň diwarynda we metjitleriň sütünlerinde ýerleşen geodeziýa punktlary, kombinirlenen şertli belgileri, obýektiň suratyny çyzmaklyk bilen geçirilýär.

Döwlet geodeziýa torlarynyň 1, 2, 3 we 4 klasly punktlary hem kartalarda de-gişli şertli belgileri bilen görkezilip, olaryň geografiýa we gönüburçly koordinatlary ýörite kataloglarda ýerleşdirilýär.

**1:25000** we **1:50000** masştably kartalarda döwlet geodeziýa torlarynyň jaý-laryň, binalaryň diwaryndaky we metjtdäki şertli belgileri görkezilýär. Olaryň ýerleşen ýerleri hem edil geodeziýa punktlaryň funksiýasyny ýerine ýetiriji hökmünde alnýar. Şeýle punktlar binalaryň diwarlarynyň ýerden galýan (sütünlerde, şpillerde) ýerlerinde belgilemek gerekdir. Olaryň bahalary hem geodeziýa punktlaryň koordinatlar katalogynda görkezilýär. Binadaky(aýdyň jaýyň, metjidiň) şertli belginiň tegeleginiň merkezi, koordinatasy kesgitlenen

nokada degişli bolýar. **1:100000** masştably kartalarda jaýlardaky(binalardaky) şertli belgiler görkezilmeýär, onda, diňe metjitdäki geodeziýa punktuň şertli belgisi görkezilýär.

Zawodlaryň we fabrikleriň trubalary, trubaly harazlar, telewizion başnyalary, telewizion, radio we radioreleli maçtalar, diň görnüşli kapital gurluşlar we şuna meňzeş obýektler, geodeziýa punktlary hökmünde ulanylýan bolsalar, kartalarda aýratyn şertli belgiler bilen tapawutlandyrylmaýar. Kartlarda olaryň koordinatlary, belginiň nokadyna degişli bolmak bilen, ýerde obýektiň ýerleşen ýerini görkezýär.

Astronomiýa punktlary az ýaşalýan ýerlerde, eger-de olar geodeziki tory ýatýrmak üçin ýa-da orientir hökmünde gerek bolsa, onda kartalarda görkezilýär.

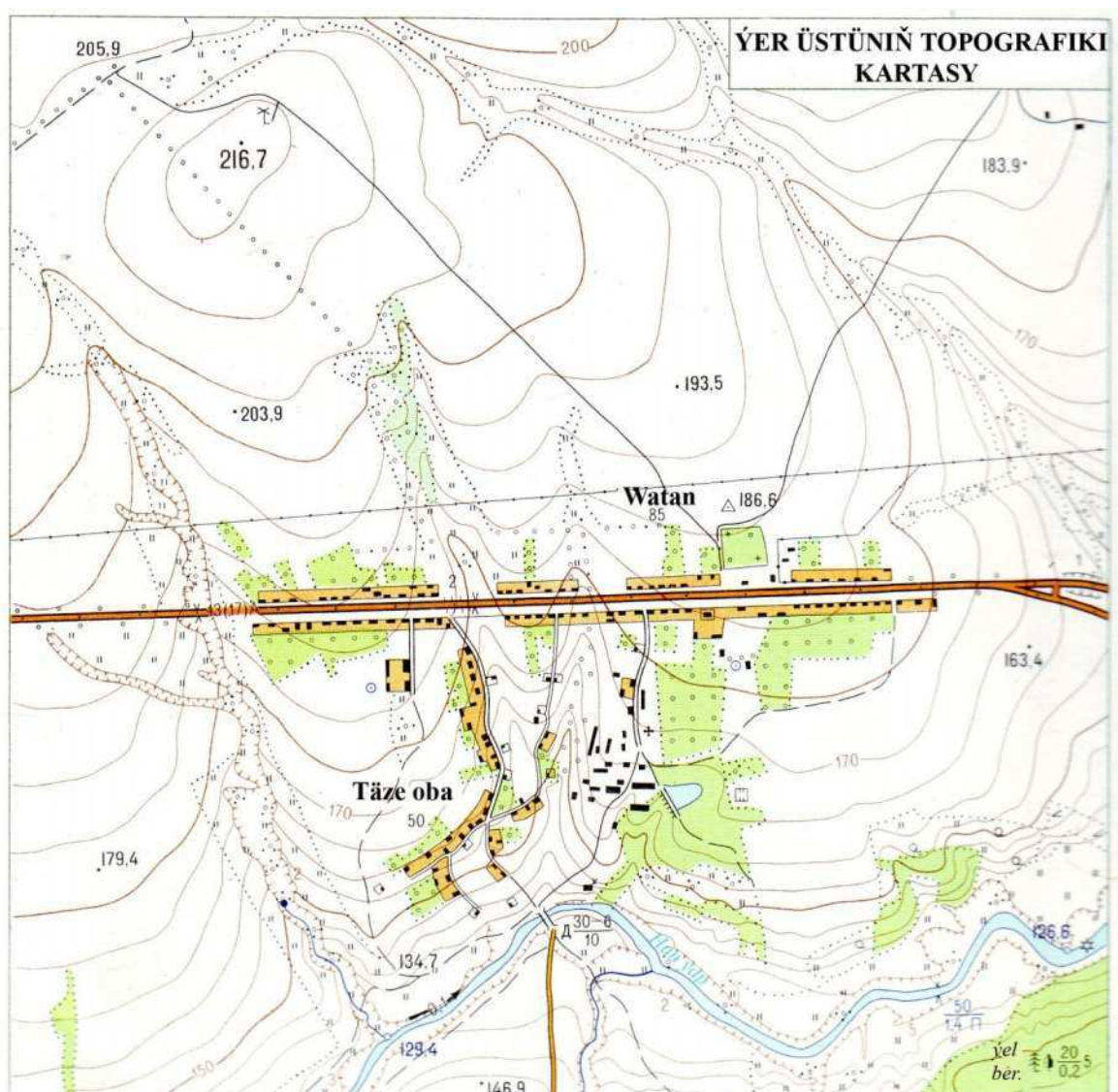
Döwlet geodeziýa niwelir torunyň markalary we reperleri, niwelir markasy we reperi görnüşünde şertli belgiler bilen görkezilýär. Olaryň beýikligi ýokary takykly ölçegleriň netijesinde kesgitlenendir.

## IX. TOPOGRAFIKI KARTALARY WE PLANLARY

### IX.1. TOPOGRAFIKI PLANLARYŇ WE KARTALARYŇ ESASY HÄSIÝETLERI

#### 9.1.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşy

Kartografiki şekil kartanyň(globus, relýef kartasy) görnüşleriniň biri bolup, ol birnäçe gurluşlara eýedir. Olardan ilkinji nobatda kartanyň *ýadyňlygyny*, *ölçeyjiligi*ni we *kartanyň maglumat berijiligini*, şeýle hem *kartanyň üznüksizligini*, *gözyetimliligini* we *birmanylygyny* agzamak bolar. Bu gurluşlar ýer üstüniň bölekleriniň häsiýetleriniň çägene, onuň görnüşine we aýratynlyklaryna göz etirmegi üpjün edýän gurluşlardyr. Ölçemeklik, suratlandyrylan obýektleriň mukdar häsiýetleriniň, kesgitlenen ölçeg tilsimleriniň mümkinçiliginde alynmagydyr. Kartanyň maglumat berijiligi, onda berlen obýekt we obýektler toplumy barada ýeterlik maglumatlaryň alynmagy bilen düşündirilýär (9.1.1-nji surat).



9.1.1-nji surat. Topografiki kartasynyň bir görnüşi.

*Kartalaryň aýdyňlygy*-bu kartany çalt we aýdyň okamaga mümkinçilik berýän gurluşdyr. Ol kartadaky suratlandyrylan obýektleri, olaryň şekilini, ölçeglerini, ýerleşişini, arabaglanyşygyny ýönekeý göz bilen, wizual duýmaklykdan durýar. Bu gurluş pikirlenip, kartanyň elementlerini saýlap almak, maksada laýyk generalizasiýalaşdyrmakdan ybarat bolýar.

*Kartanyň ölçýjiligi*-bu kartany matematiki kanunlar esasynda gurmagy, elementlerini gurlan esasa geçirmegi we ondaky elementleriň hem-de hadysalaryň pikirde kabul edilmekligini, islendik elementleriň we hadysalaryň gurluş takyklygyna gözegçilik etmekligi üpjün edýän gurluşdyr. Kartanyň ölçýjiligi onuň masştaby bilen baglanyşykly. Obýektleriň mukdar häsiýetlerini absolýut birliklerde, otnositel görkezijilerde hem-de bally ýa-da derejeli bahalar görnüşünde almak bolar.

*Kartanyň birbahalylygy*-bu kartanyň Ýer üstüniň modeli bolmak bilen, ondaky her bir nokatda kabul edilen şertli belgiler ulgamlarynyň çäginde diňe ýeketäk bahanyň alynmagyny üpjün edýän gurluşdyr. Birbahalylyk iki gatnaşykda duýulýar: giňişlik birbahalylygy, ýagny  $X$  we  $Y$  koordinatly nokatda  $H$  kartografirlenýän parametrlil bahanyň goýulmagy bilen alynýan; belgili birbahalylykda her bir şertli belgi üçin kartanyň goşundylarynda ýeketäk belgili baha goýulýar.

*Kartanyň üznüksizligi*-bu kartografik şekiliň, kartanyň ähli nokatlarynda barlygy, onda boşluklaryň we ýolunmalaryň ýoklugyny görkezýän gurluşdyr. Kartalarda käbir kartografik proyeksiýalar bilen baglanyşykly üznelikleriň we boşluklaryň bolmagy mümkindir.

*Kartanyň gözýetimliligi*-bu okyjynyň bir gezek kartada şekillendirilen çäge seretmegi bilen, nähili uly giňişlikde bolsa-da, şol çäk babatynda ýeterlik maglumatlary almagyny üpjün edýän gurluşdyr. Ýagny kartadaky obýektleriň ýerleşişiniň we özara arabaglanyşyklarynyň esasy kanunalaýyklyklaryny, esasy elementlerini we olaryň düzümini duýmaklykdan ybaratdyr.

*Kartalaryň maglumat berijiligi*-bu kartalaryň ýokary derejede maglumat berejiligi bilen alynýar. Olaryň şekillendirilýän birlik meýdanyna köp mukdarda şertli belgiler, mukdar häsiýetli ululyklar, atlar we harp-sanlar düşýär. Meselem, ylmy-maglumatly kartalarda 1 dm inedördül meýdana ýüzlerçe belgiler we ýazgylar düşýär. Adam ýönekeý göz bilen şu karta wizual seretmek arkaly maglumatlar toplumyny alýar, emma ol gizlin maglumatlary kartadan tapawutlandyryp bilmeýär. Gizlin maglumatlary almak üçin haýsy hem bolsa ölçeg tilsimleri, üýtgemeleri, logiki pikirlenmeleri geçirmek gerek bolýar.

Ýokarda agzalan gurluşlar şu aşakdaky häsiýetler bilen baglanyşyklydyr:

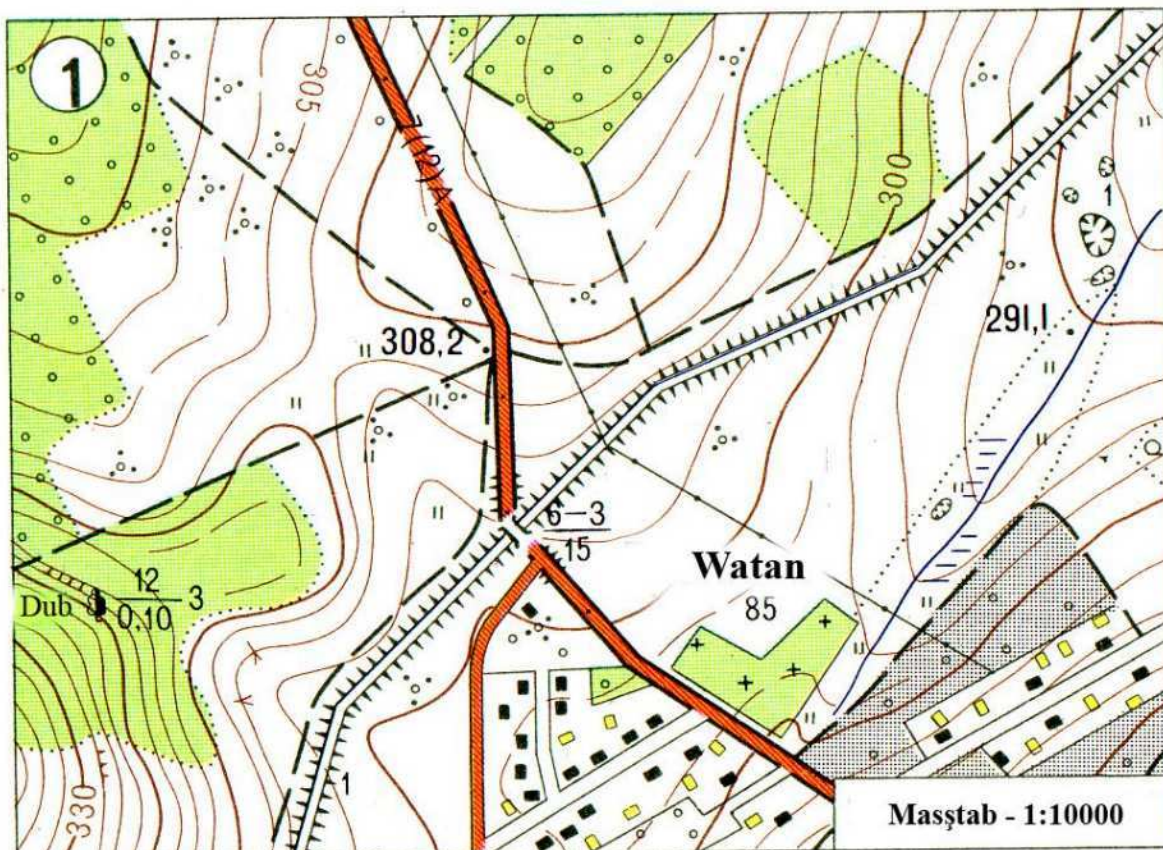
1. Bizi gurşap alan köp ölçegli obýektler bilen, tekiz kartografik şekildäki şol obýektleriň arasyndaky kesgitlenen matematiki arabaglanyşygyň bolmagy bilen tapawutlanýar. Bu bolsa kartografik proyeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylmagy;

2. Şekillendirilýän obýektleriň çyzyk ölçegleriniň belli derejede kiçeldilmegi, bu kartanyň masştabynyň üsti bilen geçirilmegi;

3. Kartografik generalizasiýanyň üsti bilen ýeriň meňzeşlik çägin saýlamak we jemleşdirmegi arkaly;

4. Ýeriň üstüni şekillendirmek üçin aýratyn şertli belgiler we şekillendiriş usullaryny, olaryň ulgamyny ulanmak bilen şertli baglanyşyklydyr.

Kartalara bildirilýän esasy talaplaryň biri hem, kartografik şekil bilen ýerdäki hakyky bar bolan obýektleriň arasyndaky geografik meňzeşligiň saklanmagydyr. Ol obýektler esasy meňzeş giňişlik arabaglanyşygyň çäginde we anyk ýeriň çäginde we anyk ýeriň çäginde geografik häsiýetleriniň aýratynlyklaryny suratlandyrmalydyr (9.1.2-nji surat).



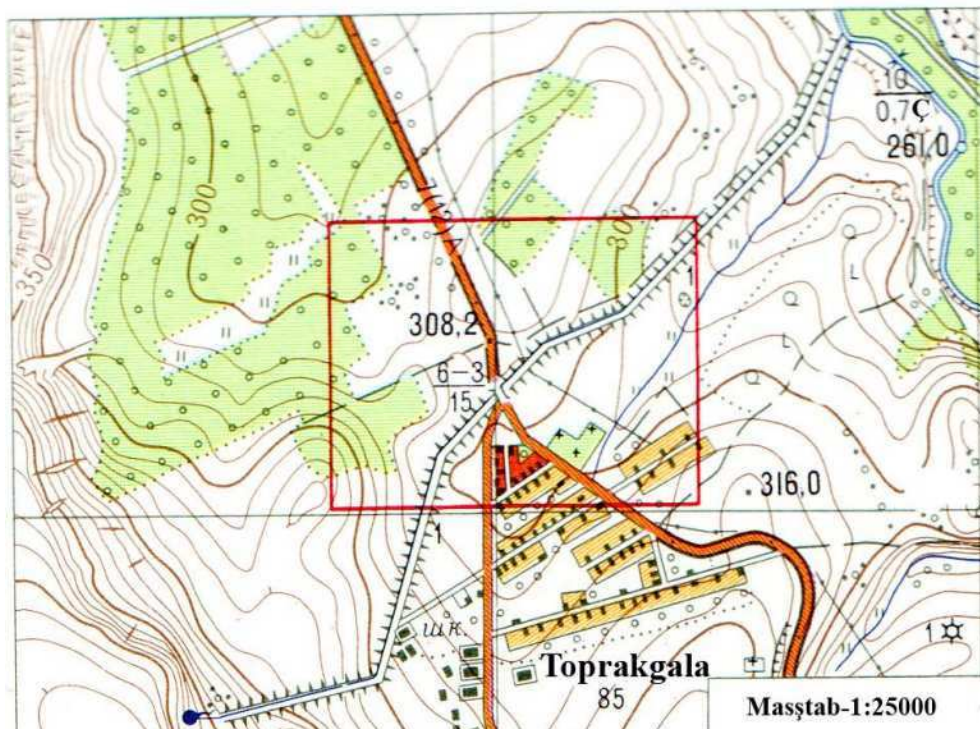
4.2-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartanyň mysaly.

Ýokary derejeli ölçýjiligi üpjün etmek üçin geometrik takyklygyň bolmagy hökmanydyr. Kartadaky şekillendirilýän obýektler bilen ýerdäki hakyky obýektleriň ölçegleriniň gabat gelmegi geometrik takyklykdyr. Ol bolsa öz gezeginde masştabyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Kartanyň masştaby näçe ulaldygyça onuň ölçýjilik takyklygy-da artýar, masştabyň kiçelmegi bilen bolsa kartanyň ölçýjilik takyklygy peselýär.

Karta anyk bolmalydyr, onuň mazmunyny düzýän maglumatlar kesgitlenen senä degişli bolmalydyr. Kartanyň döwrebaplygy, onda şekillendirilen obýektleriň şu döwre degişlilik bilen kesgitlenýär. Yöne bir zady bellemek zerurdyr. Mazmuny şu döwre degişli bolan karta ýokdur. Sebäbi kartany düzüp, çapdan çykarylýança in azyndan bir ýyl çemesi wagt gerek bolýar. Şu döwrüň içinde eýýäm şekillendirilýän çäkde belli bir derejede üýtgeşmeler bolup geýýär we kartanyň mazmunynyň könelmegine getirýär.

### 9.1.2. Topografiya kartalarynyň görnüşleri

Bisiň **Garassyz Bitarap Türkmenistan** diýarymyzyň we **GDA** ýurtlarynyň ýeriniň çägi üçin topografiya kartalarynyň: *1:5000 we ondan uly masştably planlar, 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000 we 1:1000000*, has seýrek ýagdaýlarda bolsa *1:300000* masştab hatary, kartalary düzmekde ulanylýar.



9.1.3-nji surat. 1:25000 masştably topografiki kartasynyň mysaly.

**1:25000 masştably karta**(1 sm-250 m)-bu karta hem iň takyk kartalaryň toparyna girmek bilen, anyk we takyk maglumatlary kartadan ölçeg ýoly bilen almaga esas döredýär. Bu kartalarda halk hojalygy meýilnamalaşdyrmak we dürli görnüşli çäreleri amala aşyrmak maksadynda ulanylýar (9.1.3-nji surat).

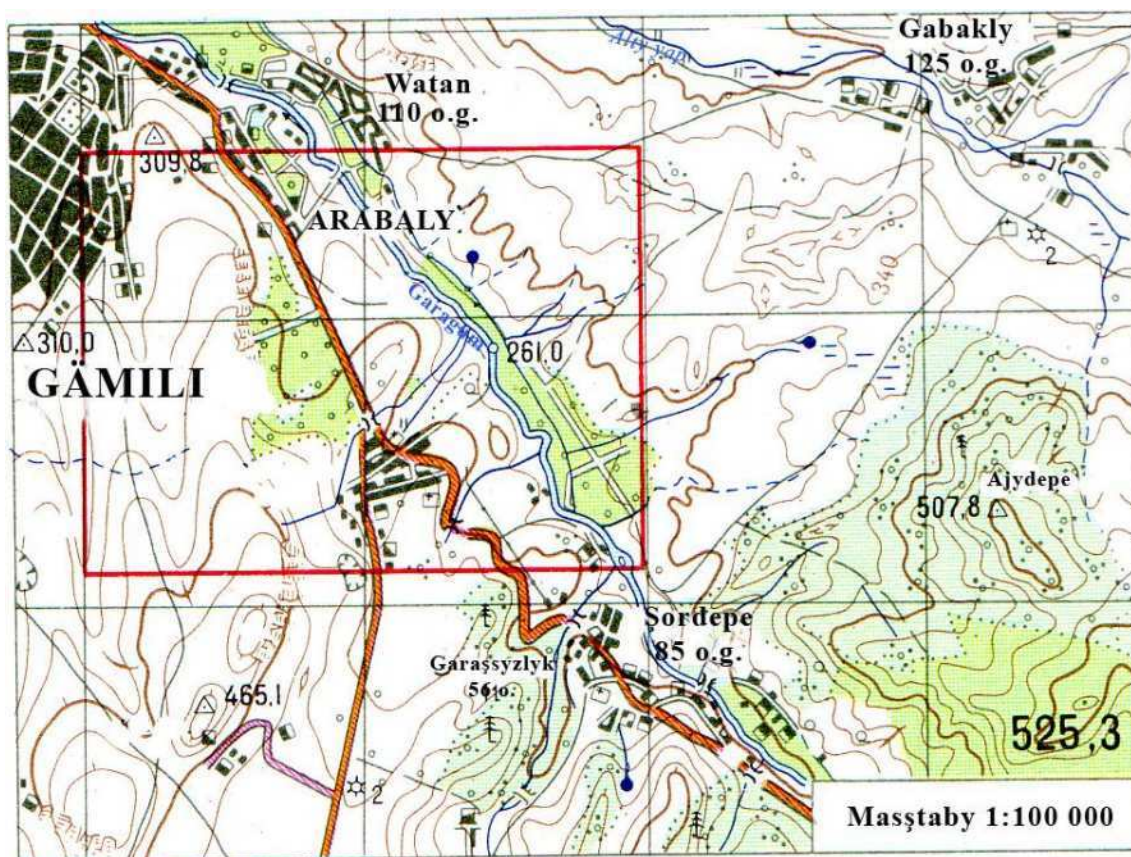
**1:50000 masştably karta**(1 sm-500 m)-bu kartalar ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak, oriýentirmek, halk hojalygynda dürli ylmy-amaly meseleleri çözmek üçin niýetlenendir.

**1:100000 masştably kartalary**(1 sm-1000 m) halk hojalygyny meýilnamalaşdyrmakda, dolandyrmakgy, ýer üstünde oriýentirmekde, obýektleriniň gönüburçly koordinatalaryny, hem-de inženerli gurluşlary teswirlemek we ýeriň üstüni inženerli enjamlaşdyrmak maksatlarynda, ýeriň üstüni öwrenmek we onuň üstüniň gurluşyny bahalamakda ulanylýar.

**1:200000 masştably karta**(1 sm-2000 m)-bu Ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak üçin ulanylýar. Ol şeýle hem halk hojalygynda takyk ylmy-amaly işleri geçirmekde giňden ulanylýar.

**1:500000 masştably karta**(1 sm-5000 m)-bu kartalar, ýer üstüniň umumy häsiýetlini öwrenmek we şekillendirilýän ýeriň çägin bahalamak maksadynda

ulanylýar. Şonuň ýaly-da, bu kartalar halk hojalygynda dürli görnüşli ylmy-amaly meseleleri çözmekde ulanylýar.



9.1.4-nji surat. 1:100000 masşably topografiki kartanyň mysaly.

**1:1000000 masşably karta**(1 sm-10000 m)-bu kartalar ýeriň üstüni umumy bahalamak we uly geografiki sebitleriň tebigy şertlerini öwrenmekde we beýleki meseleleri çözmekde giňden ulanylýar (9.1.4-nji surat).

### 9.1.3. Topografiýa kartalarynyň täze görnüşleri

Topografiýa kartasyndaky şertli belgiler sistemasy, köp onýyllyklaryň dowamynda, olaryň mazmunyna laýyk gelýär. Häzirki wagtda topografiýa kartalaryň çözüýän halk hojalyk we ylmy meseleleri ýokary depginler bilen artýar, şonuň üçin täze görnüşli, mazmuny we maksady boýunça tapawutlanýan topografiki kartalary döretmek meselesi ýüze çykýar. Bu kartalar toplumyny ýöriteleşdirilen topografiýa planlary we kartalary, şäherleriň we obalaryň planlary, şelfiň topografiýa kartalary, derýalaryň, kölleriň we suw howdanlaryň kartalary, fotokartalar we ortofotokartalar, Ýeriň sanly modeli we başgalyry goşýar.

*Ýöriteleşdirilen topografiýa planlary we kartalary.* Häzirki wagtda biziň Garaşsyz Bitarap Türkmenistan döwletimiziň halk hojalygynyň ýokary depginler bilen güýçli ösmegi, täze zawotdyr-fabrikleriň gurulmagy, demir we gara ýollarynyň gurulmagy, biziň ýaşayan ilatly punktlarymyzyň gazlaşdyrylmagy we awadanlaşdyrylmagy, welaýat merkezleriniň we ýurdumyzyň paýtagtynyň görülip

eşidilmedik depginler bilen ösmegi, ýagny köçeleriň we şaýollaryň ýa-pynjasynyň täzelenmegi, täze binalaryň gurulmagy, seýilgähleriň birnäçesiniň gurulmagy, uly masştably topografiýa *kartalaryň 1:5000, 1:2000, 1:1000 we 1:500* surata almalaryň göwrüminiň ýyl-ýyldan artmagyny talap edýär.

Uly masştably surata almalar, dürli görnüşli binalary teswirlemek we olary ulanmak, şeýle hem Ýeriň üstki gatlagyndaky baýlyklary(resurslary) hasaba almakda, topografiýa esaslaryny üpjün etmek üçin zerur bolup durýar.

Öňler uly masştably surata almalary köp sanly proýektli-gözleg kärhanalarynyň gatnaşmagy, düzgün boýunça kiçi energiýaly we şu ugurlardan hünärmenler bolmadyk, uly bolmadyk uçastoklarda, şu kärhanalara gerek bolan möçberde ýerine ýetirilýärdi. Surata almalary amala aşyrmak, köp ýagdaýlarda topografiýa, geodeziýa işleri dublirllemek(ýeriň çäginde birnäçe gezek surata almak), şeýle hem bir-biri bilen maslahatlaşmazdan geçiripdirler.

Halk hojalygynyň häzirki wagtdaky güýçli ösüşi surata almak işleriniň has kämilleşen usullarynyň ulanylmagyny, olaryň guramaçylykly bileleşmegi, ähli ýygnaýan topografo-geodeziýa maglumatlaryň(köp taraplaýyn, köp maksatly, şeýle hem pudaklaýyn maksatly) Türkmenistanyň döwlet kartografiýa komite-tine geçirilmegi uly amatlyklary döredýär.

Ulanylyşy boýunça topografiýa planlary we kartalary: esasy(köp toparly,) we ýöriteleşdirilen(pudaklaýyn) ýalylara bölýärler. *Birinji topar kartalar*-umumy döwlet kartalary bolmak bilen, halk hojalygynyň dürli pudaklaryny topografiýa kartalara bolan isleglerini kanagatlandyrmak üçin niýetlenendir. Olar unufusirlenen(köp niýetli) mazmunly, ýeke-täk şertli belgiler ulgamynyň üsti bilen geçirilýär. Ýeriň çäginin relýefi topografiýa kartalary döretmekde goýulan maksatlara laýyklykdaky takyklyk bilen şekillendirilýär; *Ilkinji pudaklaýyn niýetlenen kartalar-halk hojalygynyň aýratyn pudagynda* ýa-da özara ýakyn goşulýan pudaklar toparyny anyk meseleleri çözmek üçin niýetlenen bolýar. Ýöriteleşdirilen topografiýa kartalary(planlary) döretmekde çäkde bar bolan ähli sudurlary şekillendirmek gerek bolman, goýulan maksada laýyk gelýän obýektlere degişli bolan bölegini almak, şeýle hem standart bolmadyk relýefiň kesişme beýikligini ulanylmagy, ýagny relýefiň kesişme beýikligini kiçeltmek ýa-da ulaltmak, sudurlary we relýefi suratlandyrmagyň takyklygyna bagly bolan talabyň ýokarlandyrylmagy mümkindir.

Ýöriteleşdirilen planlaryň we kartalaryň mysaly bolup, ýeriň meliorasiýa, oba hojalyk, halk hojalygynda gazylýp alynýan peýdaly baýlyklary gözlemek we barlamak, nebit senagatyň, senagatyň, gidroenergiýanyň we başga birnäçe halk hojalygynyň pudaklarynyň kartalary bolup biler.

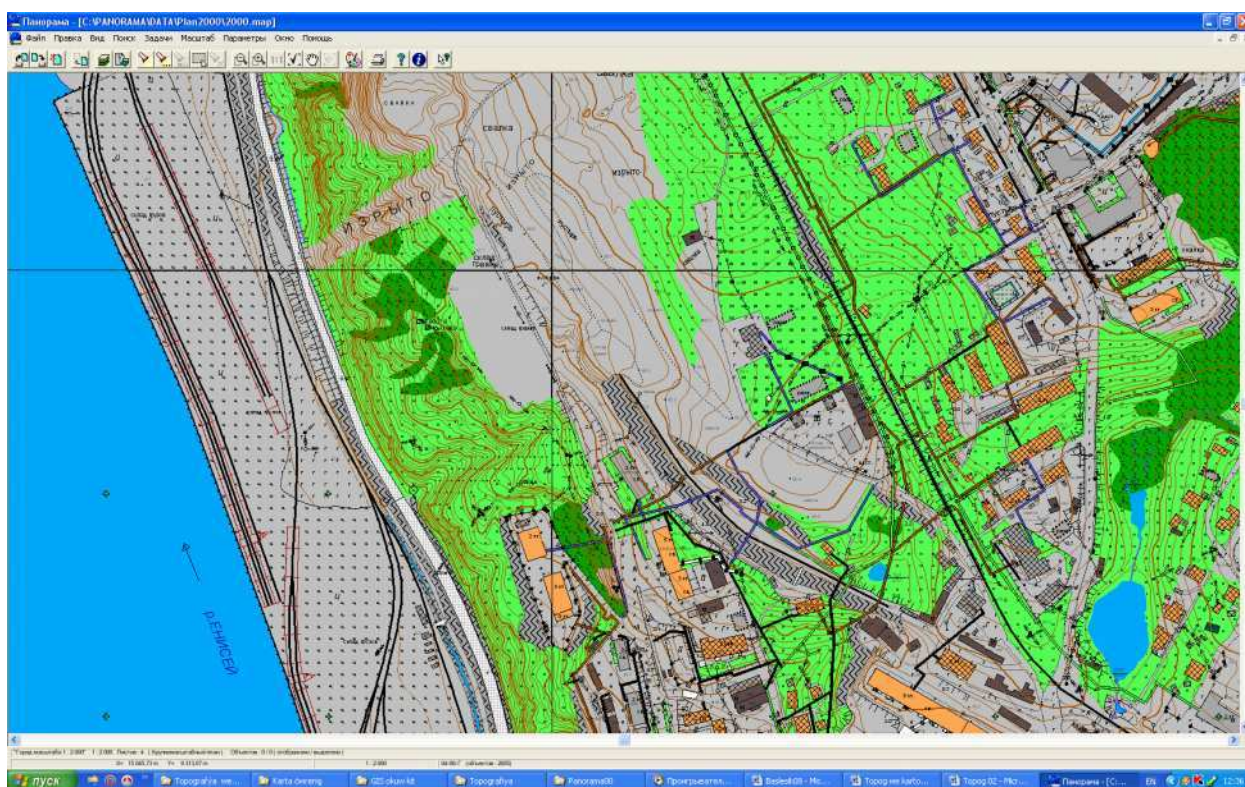
*Topografiýa fotokartalary*-bu ýeriň üstüniň grafiki we topografiýa şekilleriniň goşulan(kombinirlenen) şekilidir. Biziň ýurdumyzda we GDA-nyň ýurtlarynda fotokartalar birinji jahan uruşynyň ahyrlarynda döredi. Olar uly masştably topografiýa kartalary çalşyýjy hökmünde giň gollanma tapdylar. Ilki başda olar oriýentirlenen fotoplanlar bolmak bilen, adatça repredusirlenen ýoýulmak usuly bilen alnyp, koordinata torlary, ilatly punktlary, düşündiriş ýazgylary we beýiklik belgileri, gidrigrafiýa tory we ýollar geçirilipdir. Soňra olarda gorizontallar döräpdir, olar örän kiçi masştably topografiýa kartalary bilen gabat gelip, has

seýrek aerosuratlarda stereogurallaryň kömegi bilen geçirilipdir. Şular ýaly fotokartalaryň aýdyň kemçiligi, pes ölçeýjilik gurluşynyň we gowşak aýdyňlygynyň bolmagydyr.

*Gara-ak fotokartalar*, şu ştrihli ýüklenen fotoplanyň poligrafiýa kabul etmek-ligi bolmak bilen, halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin gerek bolýar. Ştrihli kartanyň ýükini: matematiki esasy, gidrografiýa tory, beýiklik belligi, gorizontallary, ýollary, syýasy-dolandyryş araçäkleri we geografiýa atlaryň elementleri düzýär. Sary ýarym reňkli fotoplanlarda; *gidrografiýa-gök reňk*, *relýef-goňur*, galan obýektler gara reňkler bilen şekillendirilýär. Ilatly punktlar, olaryň atlaryny ýazmak, araçägin we ösümligini hem-de topragyň häsiýetleri bolsa diňe aerofotosuratlarda berilýär.

Köpreňkli fotokarta reňklerde doly ýükli we topografiýa kartalary üçin şertli belgiler ulgamda alnan fotoplanydyr. Aerofotografiýa şekillerde reňkli öwürş-ginler üçin kartada ýörite alnan reňkler ulanylýar.

*Ortofotoplanlar-geodeziýa* esasyndaky ýer üstüniň fotografiýa şekilidir, onda differensial transformirmek ýoly bilen, ýagny merkezi proyeksiýany, berlen aerosuratyň ortogonal proyeksiýa öwürýän, ýoýulmalary aýyrýan(relýef bilen baglanşykly) hem-de aerofotoapparatyň okunyň wertikal okdan gyşarmasy (surata almak wagty) aýrylandyr.



9.1.5-nji surat. GIS Panoramada 1:2000 masştably topografiki planynyň mysaly.

*Fotokartalar we ortofotokartalar* (planlar) adaty kartalardan uly aýdyňlygy, obýektiwligi, hem-de ýerde iň gowy oriýentir bolmak bilen, ýeriň möwsümleýin görnüşini berýär. Olar topografiýa surata almalaryň işleriniň doly kompleksi geçirilmänkä taýýarlanyp we ulanylyp bilinýär. Emma foto we ortofotokartalar

birnäçe kemçilikleri hem alýar. Olarda ýer üstüniň ösümlikler bilen(tokaýlar, gyrymsy tokaýlar) örtülen ýa-da dagyň kölegesinde ýerleşen elementler şekillen-dirilmeyär ýa-da olar düýbünden ýokdur. Aerofotosuratyň baý mazmuny, ýarym reňkli(tonly) şekilleriň az, ýeterlik kontrastlygy (goşulmagy) täsir edýär. Ýeriň üstüniň elementleriniň we ýerli jisimleriň tanalmagy, ony ulanyjylar bolsa tanalan elementli, birmeňzeş şekilli, topografiýa kartalara mahsus gurluşlary işleýärler. Şol sebäpli doly bolmadyk, ştrihli ýüklenen, edil özbaşdak önüm görnüşli ortofotokarta, topografiýa kartany doly çalşyp bilmez.

*Sanly kartalar*-bu topografiýa kartalary awtomatik usul bilen döretmegiň esasy, berlen aerosuratlary işlemekde ilki bilen ýer üstüniň sanly modelini döretmek pikiri goýulandyr (9.1.5-nji surat). Giňişlik koordinatalary sanlaryň kody, ýeriň üstün-däki obýektleriň häsiýetnamasyny we olary magnitli lentalarynda ýa-da başga informasiýalary göterijide belgilemek bilen alnyp barylýar.

#### **9.1.4. Topografiýa kartalarynyň tapawutlanýan aýratynlyklary**

Topografiýa kartalary we planlary özleriniň mazmuny boýunça umumy geografiýa kartalar toplumyna degişli bolup, maksadyna görä köp maksatlydyr-lar. Olar halk hojalygynyň dürli pudaklarynda we ylmy-amaly meseleleri çözmekde giňden ulanylýarlar. Olar ýurdumyzyň goranmak meselelerini çözmekde hem aýratyn möhüm ähmiýete eýedir. Topografiki kartalarda dürli görnüşli meseleleri çözmegiň gözi bolup durýar.

Tutýan meýdany boýunça topografiýa kartalary aýry ýurtlaryň kartalaryna degişlidir.

Topografiýa kartalary köp sahypaly, ýagny 1:1000000 masştably gözyetimli-topografiki kartanyň her bir sahypasynyň (4°-6° ölçegdäki her bir sahypa), uly masştably birnäçe sahypalara bölünýär. Bu sahypalaryň şular ýaly bölünmegi, topografiýa kartalaryň ulanylyşyny we saklanyşyny ýeňilleşdirýär.

Topografiki planlara we kartalara edilýän talaplara görä ýokary geometriki takyklygy we meňzeşligi bilen tapawutlanýarlar. Bu bolsa, olaryň masştaby, geodeziki esasy, kartografiki proyeksiýanyň we şertli belgiler ulagamynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Topografiki kartalarda ýeriň üstüni şekillendirmek mümkin bolan dolylykda, meňzeşlikde we hakykylygynda geçirilýär.

Topografiki kartalary özleriniň masştablaryna baglylykda, dürli ölçegdäki sahypalarda çap edilýär. Olar şeýle hem her masştab üçin kesgitli geografiki diňligi we uzaklygy almagy bilen bir-birinden tapawutlanýarlar.

## IX.4. TOPOGRAFIKI KARTALAR BILEN İŞLEMEK

### 9.4.1 Umumy düşünje

Ýeriň çäginı topografiki kartadan peýdalanyp, geografiki taýdan öwrenmekde, şeýle hem ylmy-praktiki meseleleri çözmekde kartadaky geografiki obýektleri ölçemek gerek bolýar. Kartadaky dürli geografiki obýektleri ölçemäge *kartometriýa* diýilýär.

Kartometriki işleriň netijesinde dürli geografiki obýektleriň ölçegleri, meýdany, ýerdäki çyzyklaryň oriýentirleniş burçlary, nokatlaryň geografiki, gönüburçly koordinatlary we başgalar kesgitlenilýär.

Kartometriki işleriň maglumatlarynyň netijesi, ulanylýan kartanyň masştabyna, geodeziki gurallara we ölçemekde ulanylýan usullara baglydyr. Kartanyň masştaby näçe uly, şeýle hem ulanylýan gural, usul näçe kämil bolsa, alnan kartometriki işleriň netijeleri şonça-da takyk bolýar. Şonuň üçin-de karta, gural, usul kartometriki işleriniň nähili takyklykda kesgitlenilmegine seredilip alynýar. Ölçeg işlerini geçirmekde, inženerli binalary teswirlemekde, kartadan peýdalanylanda kagyzyň deformasiýasyny göz önünde tutmak zerurdyr.

Kartany(plany) çap etmekde ulanylýan maşyn, kagyzyň boýuny 1.6 %-e çenli özgertse onuň inini bolsa 2 %-e çenli gysgaltmagy mümkindir. Mundan başga-da, wagtyň geçmegi bilen howanyň temperaturasy we çyglylygy kartanyň(planyň) kagyzyň ölçeglerini üýtgetmegi mümkin. Ine şular, kartanyň (planyň) *kagyzyň deformasiýalanyşy* bolýar.

Kartometriki işler aýratyn hem, çyzygy, meýdany, onuň burçuny ölçemekden ybarat bolanlygyndan, kagyzyň deformasiýasy *çyzykly, meýdanly* we *burçly* deformasiýalara bölünýär. Kartometriki işlerde kagyzyň deformasiýasyny hasaba almak üçin çyzykly deformasiýanyň ululygyny bilmek zerurdyr. Kagyzyň *çyzykly deformasiýasy* kartada koordinata tory, ýagny absissa we ordinata çyzyklaryny takyk ölçäp, ony hakyky bahalary bilen deňeşdirip kesgitlemek mümkin.

Kagyzyň *çyzykly deformasiýasnyň* koeffisiýentini  $k$  bilen belgiläp, ony aşakdaky formula bilen kesgitleýäris:

$$k = \frac{l_0 - l}{l_0}.$$

Bu ýerde  $l_0$  - kartadaky(plandaky) çyzygyň uzynlygynyň(kilometr torunyň) hakyky bahasy, km;  $l$  - şu çyzygyň kartada(planda) ölçenilip alnan uzynlygy.

Kartanyň dürli bölekleri dürli özgerýär. Praktiki işlerde kartanyň dürli böleklerindäki deformasiýany kesgitläp, olaryň orta bahasyndan peýdalanylýar.

Kartadaky çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, çyzykly masştabdan peýdalanylan bolsa, çyzygyň takyk bahasyny tapmakda, çyzykly deformasiýa üçin düzediş girizilýär. Bu düzediş aşakdaky formula baglylykda hasaplanylýar:

$$L_0 - l = k \cdot l_0.$$

onda, düzediş girizilen çyzygyň uzynlygy aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$l_0 = l + k \cdot l_0.$$

Kartadaky çyzygyň burçly deformasiýasy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$da = \frac{1}{200} \cdot \rho \cdot \sin \alpha \cdot (q - p).$$

Bu ýerde  $r$  - burçly deformasiýany hasaplamakda işlenen *radian* ululygynyň bahasy;  $p$  we  $q$  - kagyzyň  $X$  we  $Y$  oklary boýunça deformasiýa, %-de.

Burçly deformasiýasynyň bahasy, oklar boýunça deformasiýalaryň tapawudyna ( $g-p$ ) baglydyr.

Formuladan belli bolşy ýaly, burçlar  $0^\circ$  we  $90^\circ$  bolan kartalarda, kagyzyň burç deformasiýasy  $0$ -a deň bolýar. Burçlar  $45^\circ$  we  $135^\circ$  aralygynda bolsa burçly deformasiýa iň uly absolýut bahany alýar. Şonuň üçin burçly deformasiýasyny hasaplamakda aşakdaky formuladan peýdalanylýar:

$$da = \frac{1}{200} \cdot \rho \cdot (q - p).$$

Topografiki kartalar dürli masştablarda düzülýär. Talyp kartalar bilen işlemegiň ilkinji gününden başlap, masştabyň takyk-lygyny kesgitlemegi başarmalydyr. Ol masştabyň kiçi bahasyny kesgitlemegi, masştab boýunça kesimleri goýmagy hem başarmalydyr. Karta boýunça işlemegi, masştab çyzgyçlaryny gurmakdan we olaryň kömegi bilen çyzyklaryň uzynlygyny ölçemegi öwrenmekden başlamalydyr.

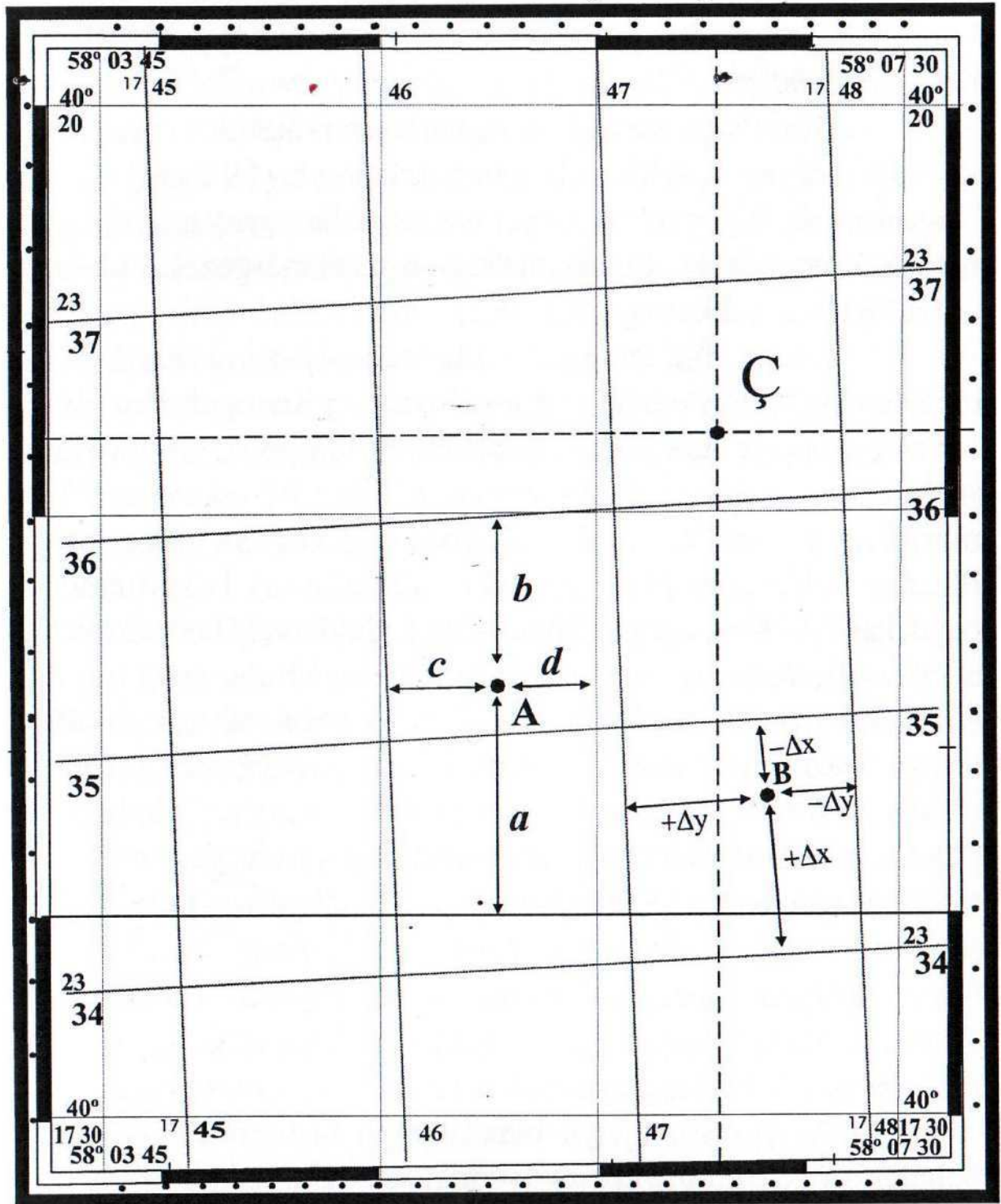
#### 9.4.2. Topografiki kartanyň ramkasy, ramkadan daşary berilýän elementler

Topografiki kartanyň her bir trapesiýasyny dört tarapdan çäklendirýän çyzyklara onuň ramkasy diýilýär (9.4.1-nji surat). Ramkalar daşky, içki we minut bölekli bolýar.

Daşky ramka kartany bezemek üçin çyzylýar. Içki ramka topografiki kartanyň tory bolup, iki sany meridian we iki sany parallel çyzyklar bilen çäklenendir. Parallel çyzyklar kartanyň *demirgazyk* we *günorta* araçäklerini, meridian çyzyklar bolsa *günbatar* we *gündogar* çyzyklary hasaplanylýar. Çäklendiriji çyzyklaryň kesişen nokatlaryna olaryň geografiki koordinatlary ýazylýar. Suratda kartanyň içki ramkasynyň *günorta* - *günbatar* burçunyň geografiki giňligi  $40^\circ 17' 30''$  we uzaklygy  $58^\circ 03' 15''$ , *demirgazyk* - *günbatar* burçunyň geografiki giňligi  $40^\circ 20' 00''$  we uzaklygy  $58^\circ 03' 15''$ , *demirgazyk* - *gündogar* burçunyň geografiki giňligi  $40^\circ 20' 00''$  we uzaklygy  $58^\circ 07' 30''$ , *günorta* - *gündogar* burçunyň geografiki giňligi  $40^\circ 17' 30''$  we uzaklygy  $58^\circ 07' 30''$  bahalara deňdir.

Minutly ramka kartada ýerleşen nokatlaryň geografiki koordinatlaryny kesgitlemek üçin gerek bolýar. Ol daşky we içki ramkanyň aralygynda çyzylýar we peýdalanyşyny gowulandyrmak üçin, her bir minut üstaşyr (gezekme - gezek, nobatma - nobat) gara - ak reňke boýalýar.

# J-40-134-B-b-1 (Kaka)



1:10000

9.4.1-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartanyň ramkasy.

Topografiki kartanyň her bir trapesiýasynda kartografiki tor bilen birlikde gönüburçly koordinata tory hem çyzylýar. Bu tor bir-birine baglylykda

perpendikulýar çyzyklaryň, ýagny ekwatora parallel geçirilen gorizonta çyzyklar bilen  $6^{\circ}$ -lyk zonanyň ok meridianyna parallel geçirilen, wertikal çyzyklardan ybarat bolup, olardan nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemekde peýdalanylýar. Oňa topografiki kartalaryň gönüburçly koordinata torý diýilýär. Bu tor ýerde taraplary kilometre deň bolan kwadratlary emele getirýär. Kilometr torunuň bahalary içki we minutly ramkalaryň arasynda ýazylýar. Meselem, suratdaky ramkanyň demirgazyk we günorta kesiminde kilometr torunuň ordinata bahalary, günbatar hem-de gündogar kesimlerinde bolsa absissa oklarynyň bahalary berlendir. Günbatar ramkanyň ýakynyndaky gorizonta çyzyga ýazylan 4462 san, şu çyzykdan 4462 kilometr demirgazykda ýerleşenliginiň, birinji wertikal çyzyga(ordinata oklarynda) ýazylan 11745 sanyndaky birinji iki san (11) şu kartanyň ýerleşen zonasynyň tertibini(11 zonany), galan sanlar (745) bolsa, çyzygyň ordinatalaryny görkezýär. Absissa we ordinata çyzyklarynyň birmeňzeş başlangyç bahalaryny *gaýtadan* ýazmazlyk maksady bilen galdyryp çyzygyň başynda, ahyrynda ýazýarlar. Meselem, suratda birinji gorizonta çyzyga 4462 san ýazylan, soňkylaryna 46, 47, 48 we başgalar ýazylandyr. Her bir kartanyň ramkasyndan daşary, şu karta baradaky we kartadan peýdalanmakda gerek bolan aşakdaky kömekçi maglumatlar berilýär:

1. Ramkanyň ýokarsynda, kartanyň nomenklarurasy we ýaýyň içinde wajyp ilatly punktuň ady ýazylýar. Meselem, *J-41-144-B-b-1* (Kaka).

2. Ramkanyň aşaky tarapyna aşakdakylar: a) kartada teswirlenen çäkdäki ortaça magnit diliniň gyşarma burçy  $10^{\circ}30'$  we meridianlaryň ýakynlaşma burçy  $1^{\circ}54'$  hem-de geografiki meridianyň, magnit meridianynyň, absissa okunyň grafiki ýerleşmek şekili; b) kartanyň sanly, narutal (tebigy) we çyzykly masştablary; ç) esasy gorizontallaryň näçe metrden geçirilenligi; d) ýapgytlyk burçy ölçemeginiň grafiki masştaby; e) kartanyň düzülen we neşir edilen ýyly hem-de çyzan ynsanyň ady(eger-de, ol bar bolsa), kartany neşir eden kärhananyň ady; ä) kartadaky obýektleri suratlandyrmakda ulanylan şertli belgiler we ş.m. baradaky maglumatlar berilýär.

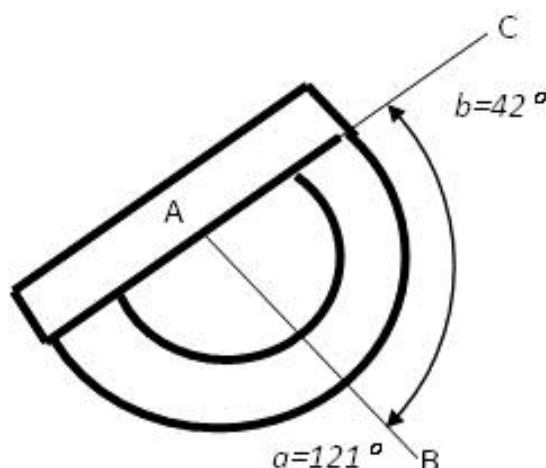
### 9.4.3. Kartadan gorizonta burçlary ölçemek

Gorizonta burç hem, edil direksion burç ýaly grafiki we analitiki usullarynda kesgitlenilýär. Kartada bir nokatdan başlanan iki ugruň arasyndaky gorizonta burçy grafiki usulynda, transportiriň kömegi bilen ölçemekde guralyň merkezi, burçuň depesine dogurlanyp goýulýar we burçuň her tarapyndan, transportiriň hasaply halkasyndan sanlar alynýar. Alnan sanlar boýunça, burçuň sag tarapyndan alnan sandan, onuň çep tarapyndan alnan sany bir-birinden aýyrsak, burçuň  $b = 42^{\circ}$  bahasy gelip çykýar (9.4.2-nji surat). Meselem,  $PBAC = a - b = 121^{\circ} - 42^{\circ} = 79^{\circ}$  bolar.

Gorizonta burçlary ugurlaryň direksion burçlaryny kesgitlemek ýoly bilen hem hasaplap çykarmak bolar.

Eger-de burçuň, başlangyç (sagdaky) çyzygynyň direksion burçunyň üstüne  $180^{\circ}$  goşanda, burçuň çep tarapdaky çyzygynyň direksion burçy kiçi bolsa, onda

sag tarapdaky çyzygynyň direksion burçunyň üstüne ýene-de  $360^\circ$  goşmak bilen çep tarapdaky çyzygyň direksion burçunyň bahasyny aýyrýarys, galan san çyzyklaryň arasyndaky gorizonta burça deň bolar.



9.4.2-nji surat. Transportiriň kömegi bilen gorizonta burçy ölçemek.

Kartada gorizonta burçy analitiki usulynda kesgitlemek üçin, deslapky ugurlaryň direksion burçlaryny, nokatlaryň koordinatlary boýunça hasaplap çykarýarys. Hasaplamak üçin formula aşadaky ýaly berilýär:

$$\operatorname{tga} = \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Bu ýerde  $\Delta y$  - ordinata oklary boýunça çyzygyň gönüburçly artmasy, metrde;  $\Delta x$  - absissa oky boýunça çyzygyň gönüburçly koordinatlar artmasy, metrde.

Çyzyklaryň arasyndaky gorizonta burçlary aşadaky formulalaryň üsti bilen hasaplap çykarmak bolar:

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

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

Bu ýerde  $\alpha_n$  we  $\alpha_{n-1}$  - ahyrky we başlangyç çyzyklaryň direksion burçlary, gradusda;  $\beta_n$  - gorizonta burç, gradusda.

Transportiriň kömegi bilen ölçenilen gorizonta burçunyň takyklygy, analitiki usulyň seredeniňde takykrakdyr.

#### 9.4.4. Kartanyň masştabyny kesgitlemek

Kartalaryň masştaby aşadaky usullaryň kömegi bilen kesgitlenilýär:

- kartadaky ýa-da plandaky koordinata torlary;
- kartanyň ýa-da planyň geografiki tory;
- kartanyň kilometr sütünini;
- ýollaryň, derýalaryň we ş.m. inleri boýunça kesgitlenilýär.

Kilometr torý boýunça kesgitlemek üçin santimetrde kwadratyň tarapy ölçenilýär (ölçeği millimetrde ýa-da santimetrde geçirmek bolar) we alnan baha bilen kwadratyň tarapynyň hakyky bahasynyň özara gatnaşygy alynýar.

**1-nji mysal.** Kartada kwadratyň tarapynyň uzynlygy 5 *sm-e* deň bolsa, kartanyň san masştabyny kesgitlemeli.

Bu mysaly çözmek üçin toruň çykan ýerindäki ýazgy boýunça kwadratyň tarapynyň uzynlygy 5 *sm-e* deň, şu kwadratyň ýerdäki uzynlygy 500 *m*. Onda:

$$1/M = 5 / (500 \cdot 100) = 1 / 10000.$$

diýmek kartanyň masştaby 1:10000 bolar.

**2-nji mysal.** Kilometr torý boýunça kwadratyň ölçenen tarapynyň uzynlygy 2 *sm-e* deň, ýerde bolsa 1000 *m*, onda kartanyň masştaby aşakdaky ýaly boýunça hasaplanylýar:

$$1/M = 2 / (1000 \cdot 100) = 1 / 50000$$

onda, kartanyň masştaby 1:50000 bolar.

Geografiki tor boýunça masştaby kesgitlemek üçin 0,1 *sm* takyklykda 1'-lyk (bir minut) meridian we parallel boýunça duganyň uzynlygyny kartada ölçäýäris. Bir graduslyk, minutlyk we sekuntlyk (1°, 1', 1'') dugalarynyň ýerdäki uzynlygyny bilmek bilen masştaby kesgitlep bolar. Biziň öňki bölümlerimizden bilşimiz ýaly, 1°-lyk duga 111.197 *m* uzynlyk birligi düşýär. Onda:

$$1' \text{ duga} = 1,853 \text{ km} = 1853 \text{ m};$$

$$1'' \text{ duga} = 0,03089 \text{ km} = 30.89 \text{ m};$$

aralyklara deňdir. Şu ululyklardan ugur almak bilen kartanyň masştaby kesgitlenilýär.

**3-nji mysal.** Kartada 1' meridianyň uzynlygy 1.85 *sm-e* deň bolsa, onda ýerdäki aralyga düşýän uzynlyk 1853 *m-e* deňdir. Onda, sanly masştaby aşakdaky ýaly hasaplamak bolar:

$$1/m = 18.53 / (1853 \cdot 100) = 1 / 10000$$

onda, kartanyň masştaby 1:10000 bolar.

Masştaby kilometr sütüni boýunça hasaplamak üçin, kartadaky yzygider ýerleşen kilometr sütünleriniň arasyndaky aralygy ölçäp, ýerdäki şu sütünleriniň arasyndaky aralyga bolan gatnaşygyny almak arkaly san masştabynyň bahasy kesgitlenilýär.

#### 9.4.5 Kartalarda çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek

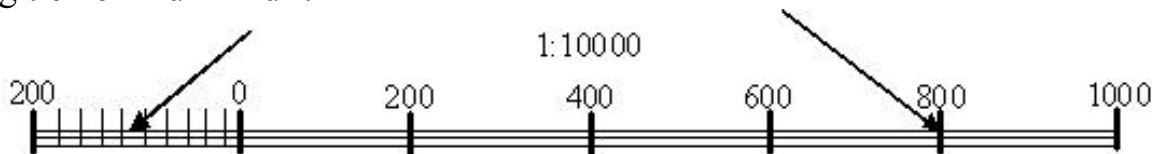
Kartada çyzyklaryň uzynlygyny ölçemegiň birnäçe usullary bardyr. Kartada berlen kesimi masştab çyzygyjyň hasaply böleginde goýup, dessine çyzygyň hakyky uzynlygyny bilmek mümkin. Çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemegiň takyklygy saýlanyp alnan usullaryň takyklygy bilen *gönüden-göni* baglanyşyklydyr. Emma köp ýagdaýlarda aralygy göni ugur boýunça ölçemän, eýsem *egrem* - *bugram* çyzyklaryň (meselem, marşrutyň, derýanyň, kölüň kenar ýaka çyzygynyň we ş. m.) üsti bilen ölçemeli bolýars. Çyzygyň umumy uzynlygyny kesgitlemekde, ädimiň sanyny(*n*) kartanyň bir santimetrine düşýän

birliğine ( $M$ ) köpeltmek we onuň üstüne masştabda galan galyndyny goşmak ýeterlikdir.

$$i = 0.5 \cdot n \cdot M$$

Eger-de ölçenýän çyzyk örän egrem-bugram bolsa, onda ony birnäçe kesimlere bölüp, uzynlygy ölçenilýär. Çyzygyň umumy uzynlygy, ölçenen kesimleriň uzynlyklaryny jemlemek bilen almak bolýar. Şeýle hem, şular ýaly çyzyklaryň uzynlyklary millimetr bölekli çyzgyjy çyzygyň üstünde ýöretmek bilen, ýagny çyzgyç elmydama egrä görä galtaşdyrlyp ölçenilip bilner. Bu ýönekeý we amatly usuly birnäçe gezek geçirlende takyklygy boýunça ýokary netijäni berer.

Kiçi masştably kartalarda çyzyklaryň uzynlyklaryny, onuň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň geografiki koordinatlaryny tapmak ýoly bilen hem kesgitlemek bolar. Bu usulda, nokatlaryň geografiki koordinatlary bilen gönüburçly koordinatlarynyň arasyndaky baglanyşyk formulasyndan peýdalanmak bolar. Şonuň ýaly-da, kartadan ölçenen kesimleriň uzynlyklaryny jemlemek bilen kesgitlemek mümkindir.



9.4.3-nji surat. Çyzykly masştab çyzgyjy.

Çyzykly masştabyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin sirkul - ölçejiniň kömegi bilen kartadaky çyzygyň uzynlygyny alýarys we çyzykly masştab çyzgyjynyň üstüne goýýarys (9.4.3-nji surat). Eger-de kartanyň masştaby  $1:25000$  bolsa, onda ölçenýän çyzygyň uzynlygy  $2500(\text{esasy bölekleriň uzynlygy}) + 400 (2 \text{ mm-lik bölekleriň sany}) = 2900 \text{ metre}$  deň bolar.

Kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin, ilki bilen berlen çyzygyň uzynlygyny sirkul-ölçeýjiniň ädiminiň uzynlygynda ölçejäris we kese masştab çyzgyjynyň üstünde goýýarys (9.4.4-nji surat). Planyň masştaby  $1:10000$  bolsa, onda, kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy  $500 (5\text{-sany esasy bölek}) + 70 (7 \text{ sany } 2 \text{ mm-lik bölek}) + 8 (0,2 \text{ mm-lik } 8 \text{ sany bölek}) = 578 \text{ metr}$  bolar.

Topografiki kartada ýa-da planda iki sany nokadyň arasyndaky göni çyzygyň uzynlygyny *analitiki usulynda*, nokatlaryň kartadan kesgitlenen gönüburçly koordinatlary boýunça *Pifagoryň teoremasynyň* formulasyny ulanmak bilen tapmak bolar. Pifagoryň teoremasy boýunça kesgitlenen çyzygyň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen berilýär:

$$D_{AB} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}.$$

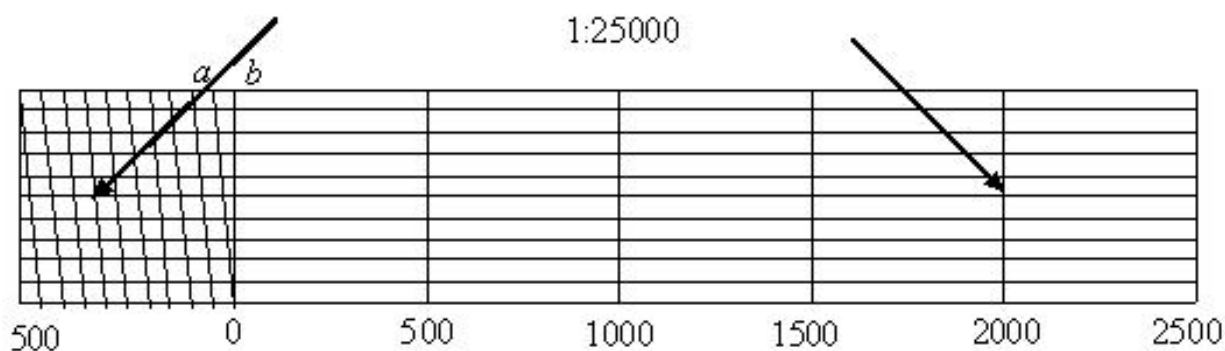
**Mysal.** A nokadyň gönüburçly koordinatlary  $X_A = 4465215 \text{ m}$ ,  $Y_A = 746327 \text{ m}$ , we  $X_B = 4466875 \text{ m}$ ,  $Y_A = 747715 \text{ m}$  bolsa, onda A we B nokatlaryň arasyndaky aralyk aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$D_{AB} = \sqrt{(4466875 - 4465215)^2 + (747715 - 746327)^2} = 2163.8m.$$

Ýagny, ölçenýän çyzygyň uzynlygy  $D_{AB} = 2163.8 m$  deň bolar.

Topografiýa kartalarynda egri çyzyklaryň uzynlygyny birnäçe usullarda bilen ölçenilýär. Usullar talap edilýän takyklyga görä saýlanyp alynýar.

Kartada ölçemek gerek bolan çyzyk egrem-bugram bolsa, ölçenýän çyzyk gysga göni çyzyklara bölünýärde, her bir bölek ölçeýji-sirkulyň kömegi bilen yzygiderlikde ölçenilýär. Soňra ölçenen çyzygyň ýerdäki uzynlygy gerek bolan takyklyga seredip, uzynlygy çyzykly ýa-da kese masştab çyzgyçlardan peýdalanmak bilen kesgitlenýär.



9.4.4-nji surat. Kese masştab çyzgyjy.

Kurwimetrler topografiki kartalaryndan, planlaryndan we beýleki kartografiki önümlerinden egri çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemek üçin niýetlenilýär.



9.4.5-nji surat. Meheniki kurwimetr.

**PlanWheel elektron kurwimetri.** Kurwimetr ölçegiň netijesini suwuklykly kristallaşan displeýa çykarmak üçin gurluşy bardyr. PlanWheel kurwimetri aralygy milde, deňiz milinde, metrde we kilometrde ölçeyär. Guraly kartografiki materialynyň islendik gornüşli masştabyna goýmak mümkin. Ölçemegiň ýalňyşlygy çyzygyň uzynlygynyň  $0.2\%$  - den geçmeýär.

Çyzyk örän egrem-bugram bolsa, sirkul-ölçeýjiniň ädimi (iňňeleriniň arasyny) belli bölege(meselem, 2, 3, 4, 5, 10 mm-e we ş. m.) dogurlanýar, soňra sirkul-ölçeýji bilen çyzygy boýlap, onuň başyndan aýagyna tarap üstünde ýöredilýär. Ölçenen birnäçe kesimleriň bahalaryny çyzyklar boýunça goşup, çyzygyň kartadaky uzynlygyny alarys. Ýerdäki uzynlygy kartanyň natural masştabyndan peýdalanyp hasaplanyp çykarylýar.

Egri çyzyklaryň uzynlygyny kurwimetr bilen hem ölçemek bolar. Onuň üçin kurwimetri wertikal ýagdaýda çyzygyň başynda goýup, onuň hasaply böleginden hasap alýarys hem-de alnan hasaby kagyza bellemek bilen, ölçenýän çyzygyň üstünde ýöredip çykylyar we ahyryndan guralyň hasaply böleginden ikinji hasaby alýarys. Kurwimetriň hasap mehanizminiň ahyryndan we başlangyjyndan alnan hasaplaryň tapawudy, çyzygyň kurwimetriň bölegindäki uzynlygy bolar (9.4.5-nji surat). Meselem, kurwimetri çyzygyň üstünde ýöretmänkä, başlangyjyndan alnan hasaby 35 millimetre deň bolsa, çyzygyň üstünden ýöredip, onuň ahyryndan alan hasabymyz hem 89 mm bolsa, onda egri çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek maksady bilen 89 mm-den 35 mm-i aýyryarys, galan san 54 mm ( $89 - 35 = 54$ ) ölçenýän çyzygyň uzynlygy bolar. Kurwimetriň hasaply mehanizmi iki tarapdan hasaplary almak üçin niýetlenen bolup, olaryň birinde millimetr, beýlekisinde bolsa dýum (2.54 mm) hasabynda berlendir. Eger-de kartanyň masştaby 1:10000 bolsa, onda çyzygyň ýerdäki uzynlygy 540 metre ( $54 \cdot 10 = 540$  m), eger-de masştaby 1:25000 bolsa, onda 1350 metre ( $54 \cdot 25 = 1350$ ) deň bolar.



9.4.6-njy surat. **PIL** tipdäki kurwimetr.

Kartadaky egri çyzyklaryň uzynlyklaryny kurwimetr bilen ölçemek ýeňildir. Onuň ölçeg takyklygy, analitik usulyň takyklygyndan pesräkdir. *G. I. Znamenşikowyň* döreden tutgyçly optik kurwimetri adaty kurwimetre seredende, çyzyklaryň uzynlyklaryny takygrak ölçeyär. Häzirki wagtda kartada çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin *PIL* diýip atlandyrylýan, fotoelektron datçikli kurwimetrinden peýdalanmak has-da amatlydyr (9.4.6-njy surat). Kurwimetrleriň ýok ýerinde çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemek üçin adaty sapaklardan (ýüpjagaşlardan) peýdalanmak bolar. Sapagy, kartadaky egrem-bugram çyzygyň üstünden ýatyryp çykmak bilen, onuň uzynlygyny millimetr bölekli çyzgyçlarda ölçäp, uzynlygyny ýerdäki çyzygyň uzynlygyna öwürýäris. Meselem, sapagyň uzynlygy *5.6 sm* bolsa, kartanyň masştaby *1:50000* bolsa, onda ölçenýän çyzygyň uzynlygy *2800 metr* bolar ( $5.6 \cdot 500 = 2800$  m).

**Aralygy ölçemegiň takyklygy.** Topografiýa kartalaryndan göni çyzykly kesimleriň uzynlygyny ölçemegiň takyklygy, ulanylýan gurala bagly bolýar. Onuň uzynlygy kese masştab çyzgyjy we sirkul-ölçeýji ulanylanda *0.2 mm-den* geçmeýär. Bu ululyk adamyň ýönekeý gözi bilen seredende, kartada nokat hökmünde görýär. Onuň çyzyk bolmagy üçin bolsa, *0.4 mm* bolmagy gerekdir. Şu baha uzynlygy ölçemegiň grafikli çäkli takyklygy diýilýär we kartanyň *0.4 mm* çyzygynyň uzynlygyna düşýän ýerdäki çyzygyň uzynlygyna kartanyň *grafikli takyklygy* diýilýär.

Kartada kesimleriň uzynlygyny ölçemegiň grafikli ýalňyşlygyna *kagyzyň deformasiýasy* we *ölçemegiň şertleri* täsir edýär. Adatça, bu ýalňyşlyk *0.5 - 1 mm* çäklerde üýtgeýär. Kartadan kesimiň uzynlygyny ölçände, ýalňyşlyklary aradan aýyrmak üçin kesimiň uzynlygyny iki gezek ölçemek zerur. Eger-de ölçenen netijeler *1 mm-den* uly bolmadyk bahadan geçmese, onda iki ölçegiň orta arifmetiki bahasy alynýar.

**Çyzygyň eňňitligi üçin aralyga düzediş.** Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy, elmydama ýerdäki uzynlygyndan gysga bolýar. Bu bolsa, kartada çyzygyň diňe gorizont kesiminiň uzynlygynyň ölçenmegi bilen baglanyşyklydyr. Emma ýeriň üstünde ölçenýän çyzyk, adatça ýapgyt bolýar. Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygynyň, onuň ýerdäki hakyky uzynlykdan tapawutlanýan bahasyny kesgitlemegiň koeffisiýenti 9.4.1-nji tablisada berlendir.

9.4.1-nji tablisa

| Kartalaryň masştaby | Çäkli grafiki ýalňyşlyklar, metrde | Orta ýalňyşlyk, metrde |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1                   | 2                                  | 3                      |
| 1:25000             | 2.5                                | 12-25                  |
| 1:50000             | 5.0                                | 25-50                  |
| 1:100000            | 10.0                               | 50-100                 |
| 1:200000            | 20.0                               | 100-200                |
| 1:500000            | 50.0                               | 250-500                |
| 1:1000000           | 100.0                              | 500-1000               |

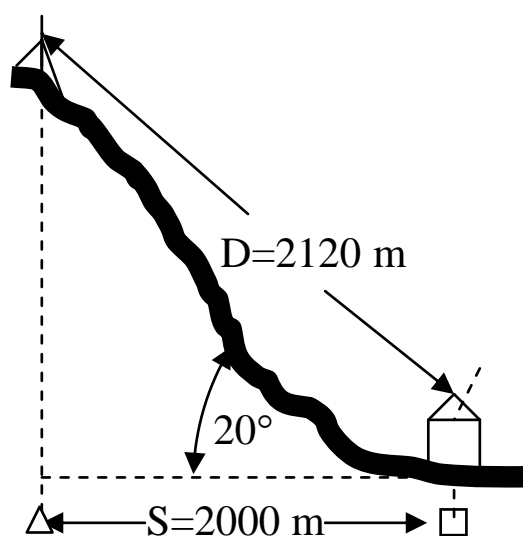
**Çyzyga onuň eňňitligi üçin düzedişler.** Kartadaky çyzygyň uzynlygynyň, elmydama onuň ýerdäki uzynlygyndan gysga bolýanlygy bellidir. Muny bolsa, kartadan çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyny ölçäýänligimiz bilen düşündirmek mümkin. Şonuň bilen birlikde, kesime degişli bolan ýerdäki çyzyk ýapgyt ýerleşen bolýar (9.4.2-njy tablisa).

9.4.2-nji tablisa

**Çyzyklaryň eňňitligine düzediş tablisasy**

| Ýapgytlyk burçy |                           | Kartadaky çyzygyň uzynlygyndan ýerdäki çyzygyň uzynlygyna geçiş koeffisiýenti |
|-----------------|---------------------------|---|
| Gradusda        | Burç ölçäýjiniň böleginde |   |
| 1               | 2                         | 3   |
| 0               | 0-00                      | 1.00  |
| 6               | 1-00                      | 1.01  |
| 12              | 2-00                      | 1.02  |
| 18              | 3-00                      | 1.05  |
| 24              | 4-00                      | 1.10  |
| 30              | 5-00                      | 1.15  |
| 36              | 6-00                      | 1.24  |

Tablisadan belli bolşy ýaly, tekiz ýerde kartadan ölçenen çyzyk, özüniň hakyky bahasyndan az tapawutlanýar. Kartadan daglyk we daglyk gür depeli ýerlerde, çyzygyň uzynlygyny takyk ölçemek çylşyrymlaşýar. Meselem, iki punktuň arasyndaky aralyk  $12^\circ$ -lyk ýapgytlyk burçly eňňitlikde 9270 metre deň bolsa, onda punktlaryň arasyndaky uzynlyk  $9270 \times 1.02 = 9455$  metr bolar.



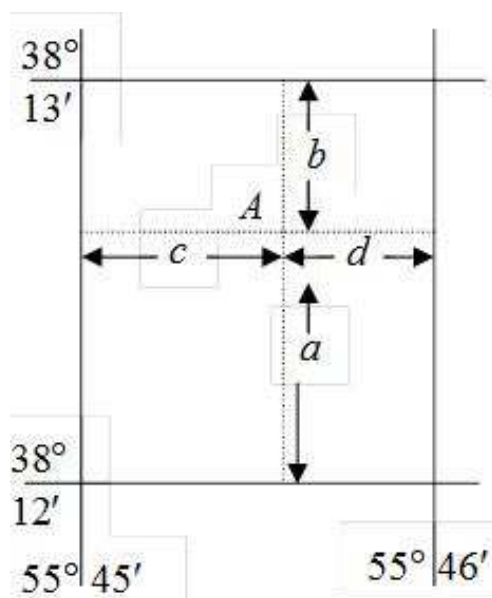
9.4.7-nji surat. Çyzygyň eňňitligine düzediş:

D - Ýeriň üstündäki çyzygyň uzynlygy, S - kartadaky (tekizlikdäki) şol çyzygyň uzynlygy.

Şonuň bilen birlikde kartadan ölçenip alnan çyzyga, onuň eňňitligi üçin düzedişleri girizmek zerur bolýar.

#### 9.4.6. Kartadaky nokadyň geografiýa koordinatlaryny kesgitlemek

Islendik görnüşli topografiki kartalar bilen işläniňde, nokatlaryň geografiýa koordinatlaryny kesgitlemek we belli geografiýa koordinatlar boýunça nokatlary karta geçirmek gerek bolýar. Uly masştably kartalarda, bu mysal ýönekeýje çözüwürler. Ýagny, kartadaky bar bolan minut ramkany ulanmak bilen nokatlardan, minut ramka perpendikulýarlary indermek, olaryň düşen ýerinden ramkadan hasaplary almak bilen kesgitlemek bolar. Şeýle hem, minut trapesiýany kartada tapmak, onuň içinde ölçegleri geçirmek we belli formulalara goýmak bilen has-da takyk hasaplamak mümkin (9.4.8-nji surat).



9.4.8-nji surat. Nokadyň geografiýa koordinatlarynyň kesgitlenişi.

Topografiki kartasynda berlen nokatlaryň geografiýa koordinatlaryny kesgitlemekde aşakdaky formulalary ulanmak bilen kesgitlemek bolar:

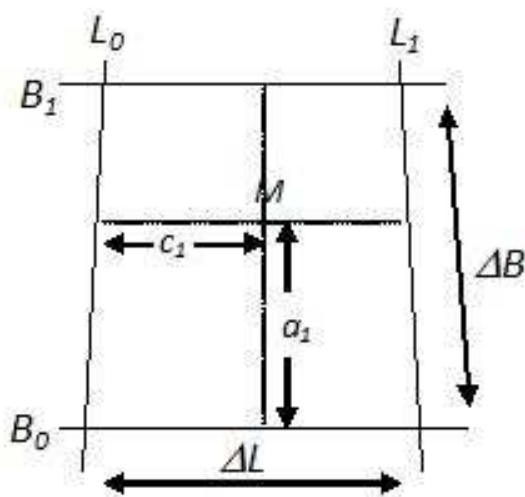
$$B_A = B_0 + \frac{a}{a+b} \cdot \Delta B; \text{ we } L_A = L_0 + \frac{c}{c+d} \cdot \Delta L.$$

Bu ýerde  $a$  - günorta parallelden nokada çenli, meridian boýunça aralyk,  $sm-de$  ýa-da  $mm-de$ ;  $b$  - nokatdan demirgazyk parallele çenli aralyk,  $sm-de$  ýa-da  $mm-de$ ;  $c$  - günbatar meridiandan nokada çenli aralyk,  $sm-de$  ýa-da  $mm-de$ ;  $d$  - nokatdan gündogar meridianyna çenli, parallel boýunça aralyk,  $sm-de$  ýa-da  $mm-de$ ;  $B_A$  we  $L_A$  - nokatlaryň geografiýa koordinatlary, gradusda;  $B_0$  - minut trapesiýanyň günorta paralleliniň bahasy, gradusda;  $L_0$  - minut trapesiýanyň günbatar meridianynyň bahasy, gradusda;  $B_1$  - demirgazyk meridianyň bahasy, gradusda;  $L_1$  - gündogar meridianyň bahasy, gradusda.

Alnan netijeleri barlamak maksady bilen,  $A$  nokadyň geografiki koordinatlaryny ikinji gezek demirgazyk paralleliň we gündogar meridianyň bahasyny ulanmak bilen kesgitleýäris. Bu bolsa aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$B_A = B_1 - \frac{b}{a+b} \cdot \Delta B; \text{ we } L_A = L_1 - \frac{d}{c+d} \cdot \Delta L.$$

Meselem, topografiki kartada  $A$  nokadyň geografiki koordinatlaryny hasaplamaly diýeliň. Koordinatlaryny kesgitlemek üçin, ilki bilen nokadyň ýerleşen minut trapesiýasyny tapýarys. Trapesiýanyň tapmakda,  $A$  nokadyň haýsy minut meridianlaryň we parallelleriň arasynda ýerleşýändigini anyklaýarys.  $A$  nokat dünbatarda  $55^\circ 45'$ -lyk, gündogarda  $55^\circ 46'$ -lyk meridianlaryň ortasynda, şeýle hem dünortada  $38^\circ 12'$ -lyk, demirgazykda bolsa  $38^\circ 13'$ -lyk parallelleriň ortasynda ýerleşýär. Kartada nokady çäklendirýän meridianlary we parallelleri, miniut ramka boýunça göni çyzyklar bilen birleşdirsek, onda agtarýan trapesiýamyzy alarys. Trapesiýanyň içinde,  $A$  nokada baglylykda millimetr bölekli çyzgyjyň kömegi bilen  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , we  $d$  aralyklary ölçäp alýarys. Ölçenen  $a+b$  we  $c+d$  aralyklaryň jeminiň, minut paralleliň hem-de meridianyň, kartadaky uzynlygyna deň bolmagy hökmandyr. Ölçenen ululyklary ýokardaky formulalarda goýup, nokadyň geografiki koordinatlaryny hasaplamak bolar.



9.4.9-njy surat. Nokady geografiki koordinatlary boýunça karta geçirmek.

**1-nji mysal.**  $A$  nokadyň aşakdaky ululyklary kartadan ölçenilip alnan diýeliň:

$$a=152.5 \text{ mm}; b=32.8 \text{ mm}; a+b=185.3 \text{ mm};$$

$$c=64 \text{ mm}; d=44.4 \text{ mm}; c+d=108.4 \text{ mm}.$$

onda, alnan maglumatlary formula goýmak bilen şu aşakdakylary alarys:

$$B_A = 38^\circ 12'00'' + \frac{152.5}{152.5 + 32.8} \cdot 60'' = 38^\circ 12'00'' + 0.82 \cdot 60'' = 38^\circ 49'12'';$$

$$L_A = 55^\circ 45'00'' + \frac{64}{64 + 44.4} \cdot 60'' = 55^\circ 45'00'' + 0.59 \cdot 60'' = 38^\circ 35'24''.$$

Nokadyň geografiki koordinatlarynyň hasaplanyşynyň dogrylygyny barlamak maksady bilen, onuň geografiki koordinatlaryny ikinji formulalary ulanmak bilen gaýtadan tapýarys.

Nokatlaryň geografiki koordinatlaryny has sada usul bilen, ýagny nokatdan kartanyň ramkasyna perpendikulýarlary inderip, perpendikulýarlaryň düşen ýerinden berlen nokadyň geografiki koordinatlaryny okap kesgitlemek mümkin.

Eger-de nokatlaryň geografiki koordinatlary belli bolsa, onda olary topografiki karta geçirmek hem bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, ilki bilen nokadyň ýerleşýän minut parallelleriniň we meridianlarynyň arasynda näçe uzynlygy alýanlygyny bolmek gerekdir. Olary aşakdaky formulalar boýunça kesgitläp bolar (9.4.9-nji surat):

$$a_1 = m \cdot \frac{B_1 - B_0}{\Delta B}; \quad c_1 = n \cdot \frac{L_1 - L_0}{\Delta L}.$$

Bu ýerde  $m$  - minut paralleliň çyzyk uzynlygy, sm-de ýa-da mm;  $n$  - minut meridianyň çyzyk uzynlygy, mm-de ýa-da sm-de;  $B_1$  - nokadyň geografiki giňligi, gradusda;  $B_0$  - minut paralleliň bahasy, gradusda;  $L_1$  - nokadyň geografiki uzaklygy, gradusda;  $L_0$  - minut meridianyň uzaklygy, gradusda;  $DB$  - minut parallelleriniň tapawudy, sekuntda;  $DL$  - minut meridianlaryň tapawudy, sekuntda. Kartada  $a_1$  we  $c_1$  aralyklary hasaplardan soňra, nokadyň düşýän minut trapesiýasy boýunça aralyklary alyp goýmak, berlen nokadyň ýagdaýyny tapýarys.

**2-nji mysal.**  $M$  Nokadyň geografiki koordinatlary  $L=38^\circ 34'46''$  we  $B=55^\circ 09'23''$ ,  $m=185,3$  mm;  $n=108,4$  mm bolsa, onda kartadaky nokadyň ýagdaýy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$B_1 - B_0 = 38^\circ 34'46'' - 38^\circ 34' = 0^\circ 00'46'';$$

$$L_1 - L_0 = 55^\circ 09'23'' - 55^\circ 09' = 0^\circ 00'23'';$$

onda formula goýmak bilen aşakdakylary alarys:

$$a_1 = 185.3 \cdot \frac{0^\circ 00'46''}{60''} = 185.3 \cdot 0.7667 = 142.06 \text{ mm};$$

$$c_1 = 108.4 \cdot \frac{0^\circ 00'23''}{60''} = 108.4 \cdot 0.383 = 41.5 \text{ mm bolar.}$$

bolar.

Tapylan  $a_1$  aralygy günorta minut parallelden, şonuň ýaly-da  $c_1$  aralygy günbatar meridiandan alyp goýmak bilen, kartadaky nokadyň ýagdaýy kesgitlenilýär.

Nokadyň geografiki koordinatlaryny hasaplamak maksady bilen, *EHM-leriň BASIC* dilinde aşakdaky programma ulanylýar:

10 def fng(X)=f9(X/100)+(X/100-f9(X/100))/0.6

20 def fnm(X)=f9(X)\*100+(X-f9(X))\*60

```

30 rem “Nokadyň geografiki koordinatlaryny kesgitlemek”
40 input L0,L1,B0,B1,a,b,c,d
50 L0=fng(L0);L1=fng(L1):B0=fng(B0):B1=fng(B1)
60 Ba=B0+a/(a+b)*(B1-B0)
70 Bb=B1-b/(a+b)*(B1-B0):dB=Ba-Bb
80 if abs( DB)<=0.016 then 100
90 if abs(DB)>0.016 then print “Ölçegi täzeden geçir” :end
100 La=L0+c/(c+d)*(L1-L0)
110 Lb=L1-d/(c+d)*(L1-L0):dL=La-Lb
120 if abs(DL)<=0.016 then 140
130 if abs(DL)>0.016 then print “Ölçegi dogry geçiriň”:end
140 B=(Ba+Bb)/2:L=(La+Lb)/2
150 B=fnm(B):L=fnm(L)
160 print tab(7); “Nokadyň geografiki koordinatlary”
170 print “ _____”
180 print “      ! Geografiki koordinatlar      “
190 print “ Nokadyň ! _____”
200 print “   ady   ! Giňlik  (B) !  Uzaklyk  (L)   “
210 print “ _____ ! _____ ! _____”
220 print “       1   !       2       !       3       “
230 print “_____ ! _____ ! _____”
240 input “Nokadyň adyny giriziň”; A$
250 print tab(7); A$; print tab(18):print using “#####.#”;B: print using
“#####.#”; L
260 end

```

#### 9.4.7. Topografiki kartadan nokadyň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak

Nokadyň gönüburçly koordinatasyny hasaplamak üçin, ilki bilen nokadyň ýerleşen *kwadratyny tapýarys*. Kartadan çyzgyjyň kömegi bilen,  $l_x$ ,  $l'_x$ ,  $l_y$  we  $l'_y$  aralyklary mm-de ýa-da sm-de ölçäýäris (9.4.10-njy surat). Alnan maglumatlary aşakdaky formulalarda ornuna goýýarys:

$$X_A = X_0 + l_x \times M \text{ we } Y_A = Y_0 + l_y \times M.$$

Hasaplamanýň dogrylygyny barlamak maksady bilen aşakdaky formulalar ulanylýar:

$$X_A = X_I - l'_x \times M \text{ we } Y_A = Y_I - l'_y \times M.$$

Bu ýerde  $X_0$  we  $X_I$ -nokady çäklendirýän kwadratyň absis-salar okunuň bahalary, metrde;  $Y_0$  we  $Y_I$  - nokady çäklendirýän kwadratyň ordinata oklarynyň bahalary, metrde;  $M$  - kartanyň bir sm-e ýa-da bir mm-e düşýän san bahalar;  $X_A$  we  $Y_A$  - A nokadyň gönüburçly koordinatlary, metrde.

**1-nji mysal.** Eger-de  $l_x=7.4$  sm,  $l'_x=2.6$  sm,  $l_y=4.9$  sm,  $l'_y=5.1$  sm;  $X_0=6070000$  m,  $X_I=60710000$  m,  $Y_0=4311000$ ,  $Y_I=4312000$  m we kartanyň

masştaby  $1:10000$  bolsa, onda  $A$  nokadyň gönüburçly koordinatlary tapalyň. Bu işi geçirmek maksady bilen, ýokarda bellenen formulalardan peýdalanyp, aşakdakylary almak bolar:

$$X_A = 6070000 + 7.4 \times 100.0 = 6070000 + 740 = 6070740 \text{ m};$$

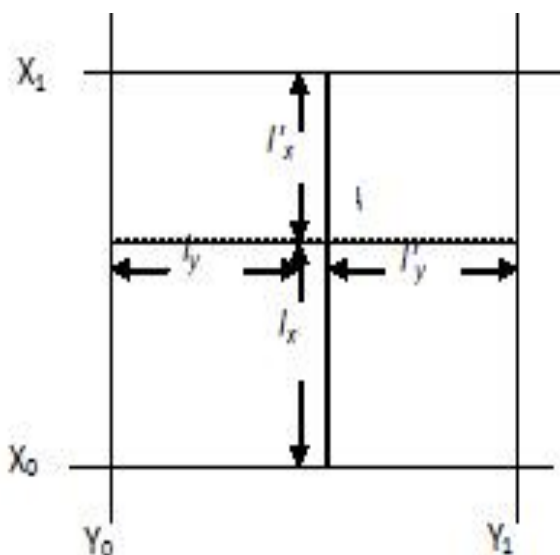
$$Y_A = 4311000 + 4.9 \times 100 = 4311000 + 490 = 4311490 \text{ m};$$

Geçirilen hasaplamalary barlamak üçin aşakdaky işleri geçirýäris:

$$X'_A = 6071000 - 2.6 \times 100 = 6071000 - 260 = 6070740 \text{ m};$$

$$Y'_A = 4312000 - 5.1 \times 100 = 4312000 - 510 = 4311490 \text{ m};$$

Diýmek, alnan netijeler bir meňzeş  $X_A = X'_A$  we  $Y_A = Y'_A$  onda, geçirilen hasaplara laýyklykda nokadyň gutarnykly gönüburçly koordinatlary hökmünde, olaryň orta arifmetiki bahalaryny almak bolar. Bu bolsa  $X_A = 6070740 \text{ m}$  we  $Y_A = 4311490 \text{ m}$  bahalara deň bolar.



#### 9.4.10-njy surat. Kartadan nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemek

Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny EHM-leriň *BASIC* dilinde düzülen programmasy aşakdaky ýaly tertipde berilýär:

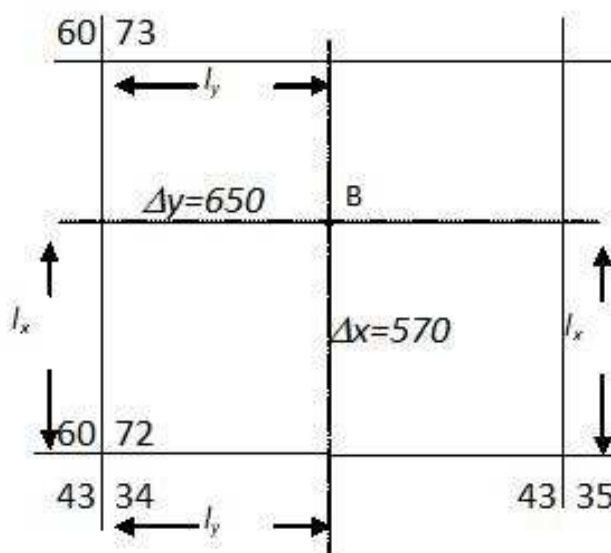
```

10 rem "Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemek"
20 input X0,X1,Y0,Y1,Lx,L'x,Ly,L'y,M
30 X=X0+Lx*M:Xn=X1-L'x*M:dx=X-Xn
40 if abs(dx)<=abs(M*0.1) then 60
50 if abs(dx)>abs(M*0.1) then print "Ölçeği dogry geçiriň":end
60 Y=Y0+Ly*M:Yn=Y1-L'y*M:dy=Y-Yn
70 if abs(dy)<=abs(0.1*M) then 90
80 if abs(dy)>abs(0.1*M) then print "Geçirilen ölçeg nädogry":end
90 Xorta=(X+Xn)/2:Yorta=(Y+Yn)/2
100 print tab(7): "Nokadyň gönüburçly koordinatlary"
110 print " _____"
```

```

120 print "Nokadyň ! Nokadyň gönüburçly koordinatlary"
130 print "  ady      ! _____"
140 print "          !   absissa(X) ! Ordinata(Y)  "
150 print " _____ ! _____ ! _____"
160 print "      1      !          2          !      3      "
170 print " _____ ! _____ ! _____"
180 input "Nokadyň adyny giriziň":A$
190 print tab(5):A$:print tab(18):print using "#####.##";X:print
tab(27):print using "#####.##";Y
200 end

```



9.4.11-nji surat. Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça karta geçirmek.

Topografiki kartasyna nokatlary gönüburçly koordinatlary boýunça geçirmek bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, ilki bilen her bir nokadyň ýerleşen kwadratyny kartasyndan tapalyň (9.4.11-nji surat). Mysal hökmünde, B nokady alalyň. Onuň gönüburçly koordinatlary  $X_B = 6072570 \text{ m}$  we  $Y_A = 4334650 \text{ m}$  baha deň diýeliň, onda berlin B nokat absissalar oky boýunça 6072000 we 6073000, bahaly oklaryň aralygynda ýatýar. Nokadyň günorta absissalar okundan koordinatlar artmasyny tapalyň, ol aşakdaky ýaly alynýar:

$$\Delta x = X_B - X_0 = 6072570 - 6072000 = 570 \text{ m.}$$

Eger-de kartanyň masştaby 1:10000 bolsa, onda nokadyň absissalar okunyň santimetrde koordinatlar artmasy aşakdaky ýaly tapylýar:

$$l_x = \frac{\Delta x}{M} = \frac{570}{100} = 5.7 \text{ sm.}$$

Şu tapylan 5.7 sm aralyk, günorta ordinata okundan (6072000 m), nokadyň düşýän kwadratynyň gündogar we günbatar taraplarynda alyp goýmak bilen, absissa oky boýunça nokadyň ýerleşýän ýerini taparys.

Nokadyň ordinatasy  $4334000\text{ m}$  we  $4335000\text{ m}$  bahaly oklarynyň aralygynda ýatýar. Günbatar ordinata okundan nokadyň gönüburçly koordinatlar artmasyňy aşakdaky ýaly kesgitleliň:

$$\Delta y = Y_B - Y_0 = 4334650 - 4334000 = 650\text{ m}.$$

Berlen nokadyň ordinata oky boýunça gönüburçly koor-dinatlar artmasy aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$l_y = \frac{\Delta y}{M} = \frac{650}{100} = 6.5\text{ m}.$$

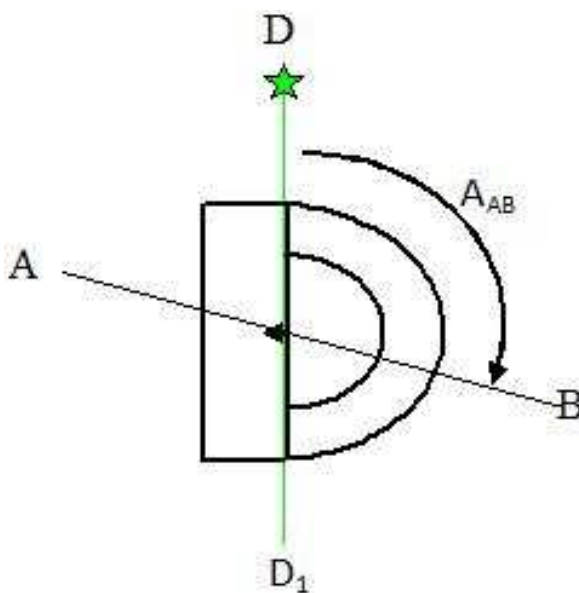
Bu ýerde  $M$  - kartanyň bir santimetrine ýa-da bir millimetrine düşýän san bahadyr.

Tapylan ordinata oklary boýunça  $6.5\text{ sm}$  aralygy günbatar ( $4334000\text{ m}$ ) ordinata okundan, nokadyň düşýän kwadratyň demirgazyk we günorta taraplarynda alyp goýmagyň netijesinde ordinata oky boýunça nokadyň ýerleşen ýerini tapýarys. Berlen nokadyň ýagdaýy, onuň absissa we ordinata okalary boýunça alnyp goýlan aralyklar, berlen kwadratyň içinde diňe bir ýerde kesişer. Bu nokat bolsa, biziň agtarýan nokadymyz bolar.

Kartada alnan  $l_x$  we  $l_y$  aralyklary degişli oklardan, ýagny  $X_0 = 6072000\text{ m}$  we  $Y_0 = 4334000\text{ m}$  bahalardan, kwadratyň içinde alyp goýmak bilen  $B$  nokady taparys.

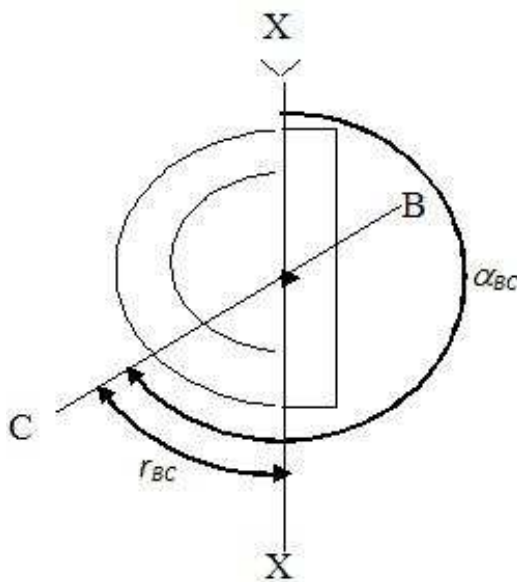
#### 9.4.8. Topografiki kartasynda çyzyklaryň oriýentirleniş burçlaryny ölçemek

**Azimut we direksion** burçlar topografiki kartada transportiriň kömegi bilen ölçenilýär. Muňa *grafiki usuly* diýilýär. Azimut ok meridianyndan, direksion burç bolsa absissalar okundan hasaplanylýar.



9.4.12-nji surat. Kartada berlin çyzygyň azimutynyň kesgitleniş shemasy.

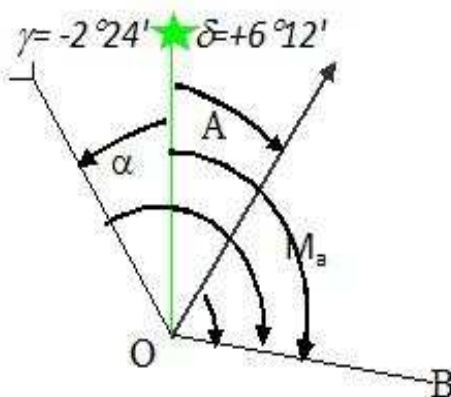
$AB$  çyzygyň azimutyny transportiriň kömegi bilen ölçemek üçin (9.4.12-njy surat), transportiriň depesini ok meridianynyň ( $DD_1$ ) üstünde, berlen çyzyk bilen kesişen ýerine goýýarys. Transportir, eger-de çyzyk I we II çärýeklerde ýatýan bolsa (ýagny direksion burçuň ululygy  $0^\circ$ -dan  $180^\circ$ -a çenli aralykda bolsa), onda transportiriň  $0 - 180^\circ$ -lyk diametriniň  $0^\circ$ -lyk hasabyny demirgazyga seretdirip, kartada,  $AB$  çyzyk bilen transportiriň kesişen ýerinden hasaby alýarys. Alnan hasap  $A_{AB}=101^\circ$  sana deň boldy diýeliň, şu baha hem  $AB$  çyzygyň azimuty bolar. Eger-de berlen çyzyk III we IV çärýeklerde ýerleşýän bolsa (ýagny  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$  -a çenli aralykda), onda  $0 - 180^\circ$  diametriniň  $0^\circ$ -lyk hasabyny günorta ugra seretdirip, çyzyk bilen transportiriň kesişen ýerinden, transportiriň hasaply böleginden sany alýarys. Alnan hasaba  $180^\circ$  goşmak bilen berlen çyzygyň azimutyny alarys (bu tilsimler ulanylýan transportire hem bogly bolýar, haçan-da  $0-180^\circ$  hasaply ulanylsa, onda ýokarda bellän işler edilýär, eger-de  $0-360^\circ$  hasaply bolsa (transportiriň hasaply böleginiň aşagynda  $0^\circ$ -dan  $180^\circ$ -a çenli, emma ýokarsynda  $180^\circ$ -dan  $360^\circ$  çenli hasaplar berilýär), onda hiç zat goşmazdan berlen çyzygyň azimutyny kesgitlemek bolar). Berlen çyzygyň azimutyny kartadan ölçemekde, taheograflar hem ulanylýar.



9.4.13-nji surat. Kartada berlen çyzygyň direksion burçunyň kesgitleniş shemasy.

Direksion burçy transportiriň kömegi bilen ölçemek üçin, onuň depesini çyzyk bilen absissalar okunuň ( $XX$ ) kesişme nokadyna goýup, transportirlere baglylykda ölçenilýär (9.4.13-nji surat).  $BC$  çyzygyň direksion burçuny ölçemekde, transportiri  $XX$  okunuň üstünde, ýagny  $XX$  ok bilen  $BC$  çyzygyň kesişme nokadyna, transportiriň depesini ornaşdyryp, onuň  $0-180^\circ$ -lyk diametriniň  $0^\circ$ -lyk hasabyny demirgazyk ugra seretdirýäris we transportir bilen  $BC$  çyzygyň kesişen ýerinden hasaby alýarys. Alnan hasap berlen  $BC$  çyzygyň direksion burçy bolar. Direksion burçlary kartadan ölçemek, berlen çyzygyň ýerleşişine we

ulanylýan transportire baglydyr. Direksion burçlary ölçmek, berlen çyzyklaryň azimutlaryny kesgitlemek ýaly geçirmek bolar.



9.14-nji surat. Meridianlaryň ýakynlaşma burçunyň we magnit diliniň gyşarma burçunyň tapawutlanýş shemasy.

**Kartada haýsy** hem bolsa bir oriýentirleniş burçy (azimut ýa-da direksion burç) ölçenen bolsa, beýleki oriýentirleniş burçlary hasaplamak ýoly bilen kesgitlemek bolar. Bu hasaplamany kartanyň *günorta* - *günbatar* burçunda berlen magnit diliniň gyşarma burçuny we meridianlaryň ýakynlaşma burçly shemasyny ulanmak bilen geçirmek bolar (9.4.14-nji surat). Suratda magnit diliniň gyşarma burçy  $\alpha = + 6^{\circ}12'$  we meridianlaryň ýakynlaşma burçy  $\gamma = -2^{\circ}24'$  berlen. Eger-de kartadan ölçenen çyzygyň azimuty  $A = 134^{\circ}$  bolsa, onda, berlen çyzygyň direksion burçy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$\alpha = A - \gamma = 134^{\circ} - (-2^{\circ}24') = 134^{\circ} + 2^{\circ}24' = 136^{\circ}24'$$

çyzygyň direksion burçy  $a = 136^{\circ}24'$  bolar.

Berlen çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek üçin, onuň kartadan kesgitlenen azimutyny ýa-da direksion burçuny ulanmak bolar. Çyzygyň azimuty boýunça, onuň magnit azimuty aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$M_a = A - \delta = 134^{\circ} - 6^{\circ}12' = 127^{\circ}48'$$

çyzygyň magnit azimuty  $M_a = 127^{\circ}48'$  bolar.

Direksion burçuň kömegi bilen magnit azimutyny kesgitlemek üçin aşakdaky formula ulanylýar:

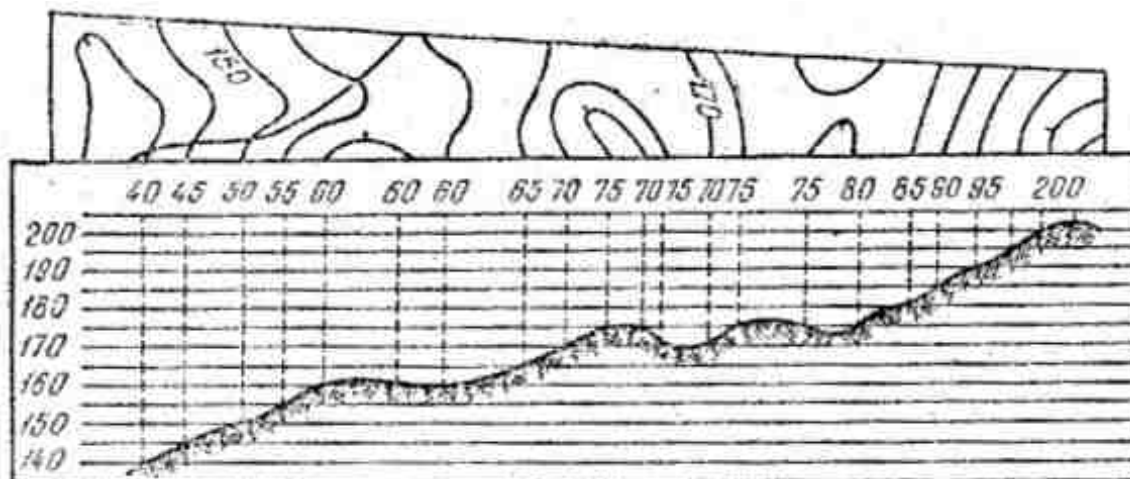
$$\begin{aligned} M_a &= \alpha - (\gamma + \delta) = 136^{\circ}24' - (2^{\circ}24' + 6^{\circ}12') = \\ &= 136^{\circ}24' + 8^{\circ}36' = 127^{\circ}48'. \end{aligned}$$

onda çyzygyň magnit azimuty  $M_a = 127^{\circ}48'$  bolar.

#### 9.4.9. Topografiki kartasy boýunça ýer üstüniň profilini gurmak

Relyefi gorizontallar bilen görkezilen kartalaryň we planlaryň ýer üstüniň gurluşyny(häsiýetini) öwrenmek üçin profil gurulýar. Profiliň nämeligini biz geçen bölümimizde seredip geçipdik. Profili topografiki kartalarda gorizontallaryň kömegi bilen gurmak bolar.

**Gorizontal** - bu relýefiň birmeňzeş beýiklikli nokatlaryny birleşdirýän ýapyk egri çyzykdyr. Eger-de deňiz derejesiniň üsti 50 sm galdy diýip hasap etsek, onda onuň kenar ýaka çyzygy hem 50 sm ýokary galar. Suwuň derejesiniň ýokary galmagy netijesinde emele gelen çyzyga *gorizontal* hökmünde seretmek bolar.



9.4.15-nji surat. Topografiki kartasynda berlin çyzygyň profilini gurmak.

Profili gurmak planda ýa-da kartada çyzygyň uzynlygyny bilmekden başlanýar. Soňra şu çyzygy kesip geçýän ähli gorizontallaryň beýikliklerini, olaryň arasyndaky aralyklary kesgitleýäris. Eger-de çyzygyň ahyrky we başlangyç nokatlary gorizontallaryň üstünde ýatsa (9.4.15-nji surat), onda şu nokatlaryň beýikligi, şol gorizontallaryň beýikligine deň bolar. Eger-de nokatlar gorizontallaryň ortasynda ýatsalar, onda bu nokatlaryň beýikligini hasaplap tapmaly bolarys. Şu ýagdaýda, çyzygyň eňňitligini (*i-ni*) kesgitlemeli bolýarys. Eňňitlik aşakdaky formulany ulanyp kesgitleýäris:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{D}$$

Bu yerde  $H_1$  we  $H_2$ -başlangyç we ahyrky gorizontallaryň beýikligi, metrde;  $D$ -gorizontallaryň arasyndaky aralyk, metrde.

Nokatlaryň beýikligi şu aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplaýlyar:

$$H = H_o + i \cdot d$$

Bu ýerde  $d$ -başlangyç gorizontaldan nokada çenli aralyk,  $H_o$ -başlangyç gorizontalyň beýikligi, metrde.

Nokadyň beýikligini, ahyrky gorizontalyň beýikligini ulanmak arkaly hem tapmak bolar.

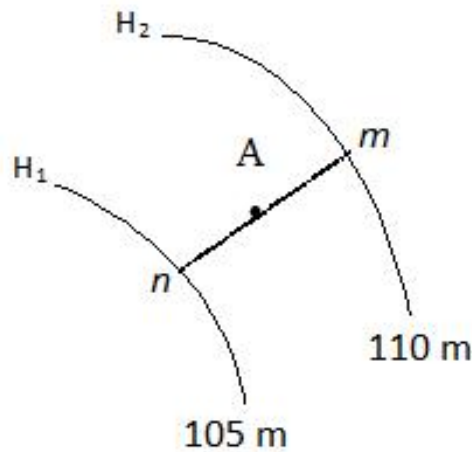
Mysala seredip geçeliň, kartada berlen A nokadyň beýikligini tapmak gerek diýeliň, başlangyç we ahyrky gorizontallaryň beýiklikleri  $H_o = 105.00 \text{ m}$ ;  $H_1 = 110.00 \text{ m}$ ,  $nm = D = 250 \text{ m}$  bolsa, onda çyzygyň eňňidi:

$$i = \frac{110 - 105}{250} = \frac{5}{250} = 0.01$$

Bu ýerde  $nm=D$ . Onda çyzygyň eňňitligi 0.01 ýa-da 10 ‰ (promil) bolar. Bir promil metriň müňden bir üleşüne deňlemek bilen alynýar. A nokadyň beýikligini hasaplamak üçin, çyzygyň eňňitligini başlangyç ýa-da ahyrky gorizontallardan nokada çenli aralygyna köpeldilmegi we başlangyç gorizontalyň beýikligine goşmak ýa-da ahyrky gorizontalyň beýikliginden aýrymagy bilen kesgitlenilýär (9.4.16-njy surat).

$$H_A = 105.00 + 0.01 \cdot 100.00 = 106.00 \text{ m}$$

Agtarylýan nokadyň beýikligi 106.00 m-e deň bolar. Bu ýerde  $nA=d=100 \text{ m}$ .



9.4.16-njy surat. Nokadyň beýikliginiň kesgitleniş shemasy.

Profili gurmak üçin millimetr ýa-da adaty kagyzy profili gurulýan çyzygyň üstüne goýýarys. Çyzyk bilen kagyzyň kesişýän ýerinden, galtaşýan gorizontallary, başlangyç we ahyrky nokatlaryň ýagdaýlaryny belleýäris. Geçirilen başlagyç we ahyrky nokadyň we gorizontallaryň aşagyna, olaryň beýikliklerini ýazýarys. Soňra, profiliň toruny gurýarys. Profiliň torunda “Gorizontallaryň we nokatlaryň arasyndaky aralyklar” diýen hataryna aralyklary, “Nokatlaryň we gorizontallaryň beýikligi” diýen hataryna bolsa beýiklikleri alyp goýýarys. “Başlangyç we ahyrky nokatlaryň beýikleri” hatary boýunça profiliň şertli üstüniň beýikligini saýlap alýarys. Saýlamagy beýikligi iň kiçi bolan nokatdan ýa-da gorizontaldan alýarys. Profiliň şertli üsti, alnan nokatlaryň iň kiçi beýikligine baglylykda alynýar. Profilde şertli üstüň başlangyç bahasy, gurlan iň kiçi beýiklikli nokatdan aşakda ýerleşmek maksady bilen alynýar. Mysalymyzda iň kiçi beýiklikli nokat  $H_{min}=147.5 \text{ metr}$  bahany alýar. Onda profiliň şertli üstüniň beýikligini  $H_{ş.üst} = 140.0 \text{ metr}$  diýip alsak bolar. Profiliň şertli üstünden ýokary, wertikal masştaba laýyklykda aralyklary: 150, 160, 170, 180, 190 metrlik we ş.m. alyp goýalyň. Beýikligiň bu bahalary, profilde iň uly beýiklikdäki nokady öz içine almalydyr.

Nokatlaryň (gorizontallaryň) profildäki ýagdaýlary, başlangyç bilen ahyrky nokatlaryň hem-de kartadaky çyzygy kesip geçýän gorizontallaryň beýikligini wertikal we gorizont ugurlarda dowam etdirmek bilen, olaryň kesişen nokadyndan alýarys. Tapylan nokatlary yzygiderlikde bir-biri bilen birleşdirip, berlen ugruň profilini gurarys. Meselem,  $H=160 \text{ m}$  beýiklikli gorizontaly wertikal

we gorizont al ugurlarda dowam etdirýaris, ugurlaryň kesişen ýerinden, agtarýan nokadymyzyň profildäki ýagdaýyny taparys. Profili gurandan soňra, ony tuş bilen bezemek zerurdyr.

#### 9.4.10. Kartada çyzygyň burç we ýapgytlyk derejesiniň kesgitlenişi

Topografiki kartada çyzygyň eňnitligini we ýapgytlyk burçuny analitiki we grafiki usullarda kesgitlemek bolar. Analitiki usuldan peýdalananda, çyzygyň ýapgytlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

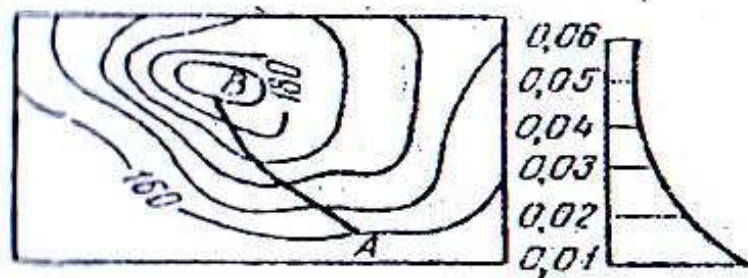
$$i = \frac{h}{d}.$$

Bu ýerde  $h$  - berlen çyzygyň beýgelmesi, metrde;  $d$  - ýapgytlygy kesgitlenilýän çyzygyň gorizont proyeksiýasy, metrde.

Grafiki usuldan peýdalanylanda, çyzyk *goýlan* (заложение) grafikli nomogramma arkaly kesgitlenilýär. Nomogrammany gurmak maksady bilen, çyzygyň aşakdaky ýapgytlyklary alnan:

$$i = 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08.$$

*Goýlan* (заложение) aralyklar aşakdaky ýaly bahalary alýar:  $d = 500 \text{ m}, 250 \text{ m}, 166.77 \text{ m}, 125 \text{ m}, 100 \text{ m}, 83.3 \text{ m}, 71.4 \text{ m}, 62.5 \text{ m}$  bolar.



9.4.17-nji surat. Kartada gorizontallar boýunça dürli eňnitligi geçirmek.

Onda, *goýlan* (заложение) grafik aşakdaky ýaly görnüşi alýar. Bu grafikden peýdalanmak üçin gerek bolan çyzygyň ýapgytlygyny sirkul - ölçeyjiniň kömegi bilen alýarys we ony kartadaky gorizontallaryň arasyna gabat getirip goýýarys (9.4.17-njy a surat). Sirkul - ölçeyji bilen goňşy gorizontlaryň arasynyň gabat gelmegi, şu gorizontlaryň ýapgytlyk burçunyň gerek bolan burça deňligini görkezýär.

**Ýapgytlyk burçlary** üçin, *goýlan* (заложение) grafigiň umumy formulasy aşakdaky ýaly berilýär:

$$S = h \times \text{ctg } \nu.$$

Bu ýerde  $n$  - ýapgytlyk burçy, gradusda.

Grafigi gurmak üçin, ýapgytlyk burçlary aşakdaky ýaly alýarys:

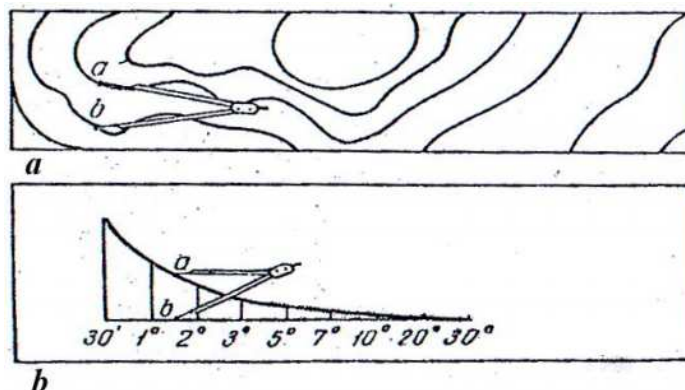
$$n = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ, 6^\circ.$$

Onda, *goýlan* (заложение) grafigiň bahalaryny formula goýmak bilen hasaplaýarys we aşakdakylary alarys:

$$S=573\text{ m}, 286\text{ m}, 143\text{ m}, 95\text{ m}, 71\text{ m}, 57\text{ m}, 47\text{ m}$$

bolar.

Goýlan grafigi burçlar üçin  $1:10000$  masştabda gurýarys. Grafikden peýdalanmak üçin iki gorizontalyň aralygyny sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen ölçeýäris we ony grafigiň üstüne goýýarys. Sirkul-ölçeýjiniň aýagynyň arasy haýsy wertikal çyzyk bilen gabat gelse, şol san hem onuň eňňitligi bolar.



9.4.18-nji surat. Kartada gorizontallaryň ýapgytlyk burçuny ölçemek.

Ýapgytlyk burçlary üçin goýlan grafigi topografiki kartasynda birmeňzeş ýapgytlykly çyzyklary geçirmekde ulanmak bolar (9.4.18-nji a, b suratlar). Işi geçirmek maksady bilen kartadan geçmeli ugruň ýapgytlyk burçuny  $n = 2^\circ$  baha deň diýip alalyň. Onda, grafikden  $2^\circ$ -a deň bolan wertikal çyzygy sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen grafikden alyarys we şu aralygy kartadaky gorizontallaryň üstünde sirkul-ölçeýjiniň ädimini gorizontallaryň arasyna gabat getirmek bilen yzygiderlikde, ýapgytlygy  $2^\circ$  deň bolan çyzygy geçirýäris.

#### 9.4.11. Kartografiki generalizasiýa

Geografiki kartalaryň esasy häsiýetleri bolup gös göni görünmeýän mümkinçiligi we giňişlikde islendik aralyk bilen meýdanyň hakykatyny öwrenmek meselesi durýar. Muňa mysal edip, etrabyň, welaýatyň, ýurdumyzyň, materikleriň we bütewi ýeriň üstündäki geografiki obýektleri öwrenmegini getirmek bolar. Bu bolsa, kartanyň masştabyny ulanmaga we kartograflaşdyrylýan hadysalary generaliza-siýalaşdyrylan görnüşine geçirmäge esaslanýar.

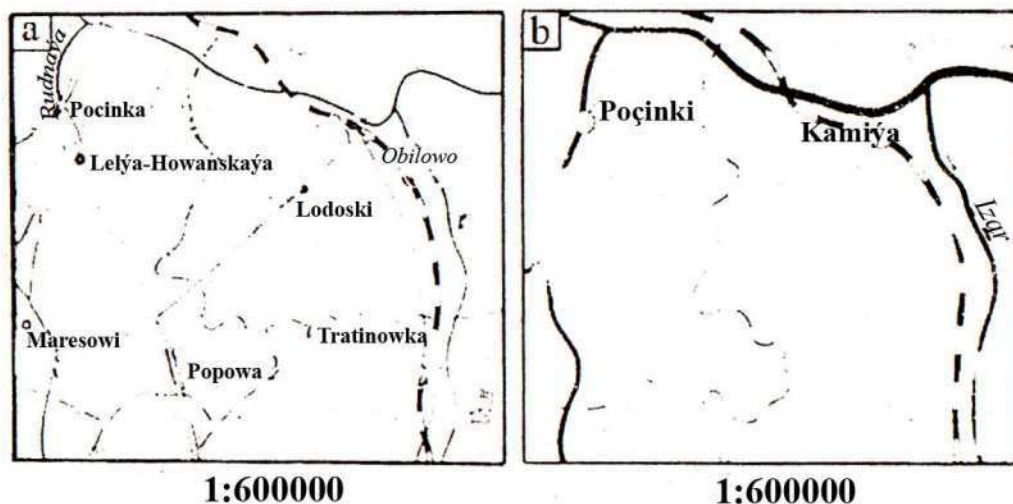
Generalizasiýa sözi fransuz “*generalisation*” sözünden gelip çykyp, türkmen dilene “*umumlaşdyrylan, jemleşdirilen*” diýen ýaly manylarda terjime edilýär. Bu söz hem öz gezeginde “*deneralis*” diýen latyn sözünüň proizwodnysy bolup, türkmen dilene “*esasy*” diýen manyda terjime edilýär. Döwlet standart terminlerini kartografiki generalizasiýasy kesgitleýär. Generalizasiýa obýektleriň ulanlyşyna, masştabyna we kartografirlenilýän territoriýanyň aýratynlygyna baglylykda geçirilýär.

Generalizasiýanyň esasy maksady, kartografirlenilýän çäkde ýer üstüniň hakykatyny, onuň meňzeşlik sypatlarynyň häsiýetleriniň aýratynlyklaryny suratlandyrmak bolup durýar.

*Kartografiki generalizasiýa bu, kartadaky şekillendirilýän obýektleriň maksadyna, masştabyna we kartografirlenýän sebitiň aýratynlygyna baglylykda saýlanyp alynmak we jemleşdirmek (umumylaşdyrmak) hadysasydyr.*

Kartografiki generalizasiýa täsir edýän esasy faktorlar bolup aşakdakylar: ýagny kartanyň maksady, masştaby, kartografirlenýän ýeriň aýratynlygy, kartanyň temasy, kartografiki şertli belgiler we kartografiki çeşmeler durýar.

Kartanyň maksadynyň onuň mazmunyna edýän täsirini aşakdaky 1:2500000 masştably iki sany *umumy geografiki kartalaryň* fragmentine seredip geçmek bilen düşündirmek bolar (9.4.19-njy surat). Bu kartalaryň birinjisi maglumat maksady üçin, beýlekisi bolsa, dünýewi mekdeplerde okatmak üçin niýetlenilendir, Olaryň birinjisinde, geografiki obýektleriň köp bölegi takyk, anyk, meňzeşlik bilen berilýär, emma ikinji kartada obýektleriň köpüsi belli derejede azaldylyp, shematiki, açyk we ulaldylyp görkezilen. Şertli belgileriň we şriftleriň iri görkezilmegine kartografiki generalizasiýasy uly täsir edilýär. Ýagny, ikinji kartanyň şertli belgileriniň we şriftleriniň ulaldylmagy, kartanyň maksadyna görädir. Bu karta synpda köpräk aralykdan seretmek üçin ulanylmagy sebäp bolýar.

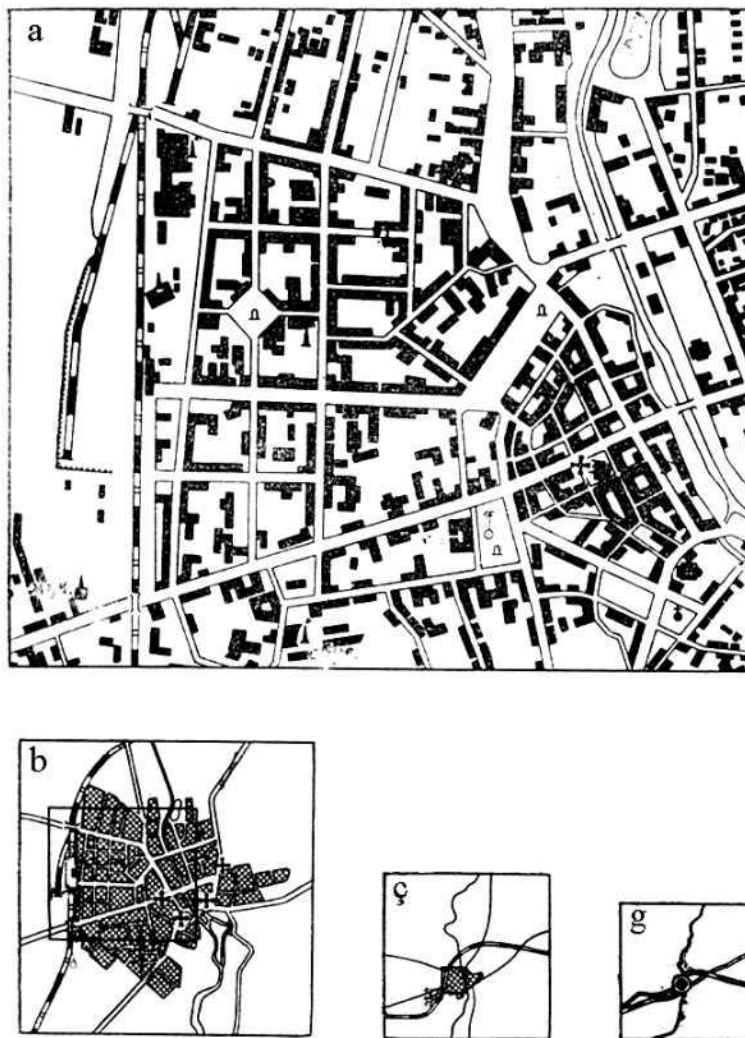


9.4.19-njy surat. Maksady boýunça kartografiki generalizasiýanyň geçirilişi.

Kartanyň temasy, gönüden-göni mazmunynyň saklanýan esasy elementleri görkezýär. Meselem, öňki SSSR-iň 1:2500000 masştably umumy *geografiki* we *gipsometriki* kartalarynda ilatly punktlaryň, aragatnaşyk ýollarynyň birinji kartada, onuň esasy mazmunyny düzýänligi üçin, obýektler, takyk, aýdyň, doly meňzedilip suratlandyrylýar. Ikinji kartada, bu elementler diňe oriýentir üçin gerekdigi sebäpli, olaryň kartada görkezilmeginde güýçli saýlama sezewar edilýär.

Masştab kartanyň maksady bilen birlikde kartografiki şekilleriň anyklygyny kesgitleýär. Meselem, 1:25000 masştably kartada  $1 \text{ km}^2$  meýdany  $1600 \text{ mm}^2$ , emma 1:1000000 masştably kartada meýdan, bary-ýogy  $1 \text{ mm}^2$  ýeri tutýar. Bu

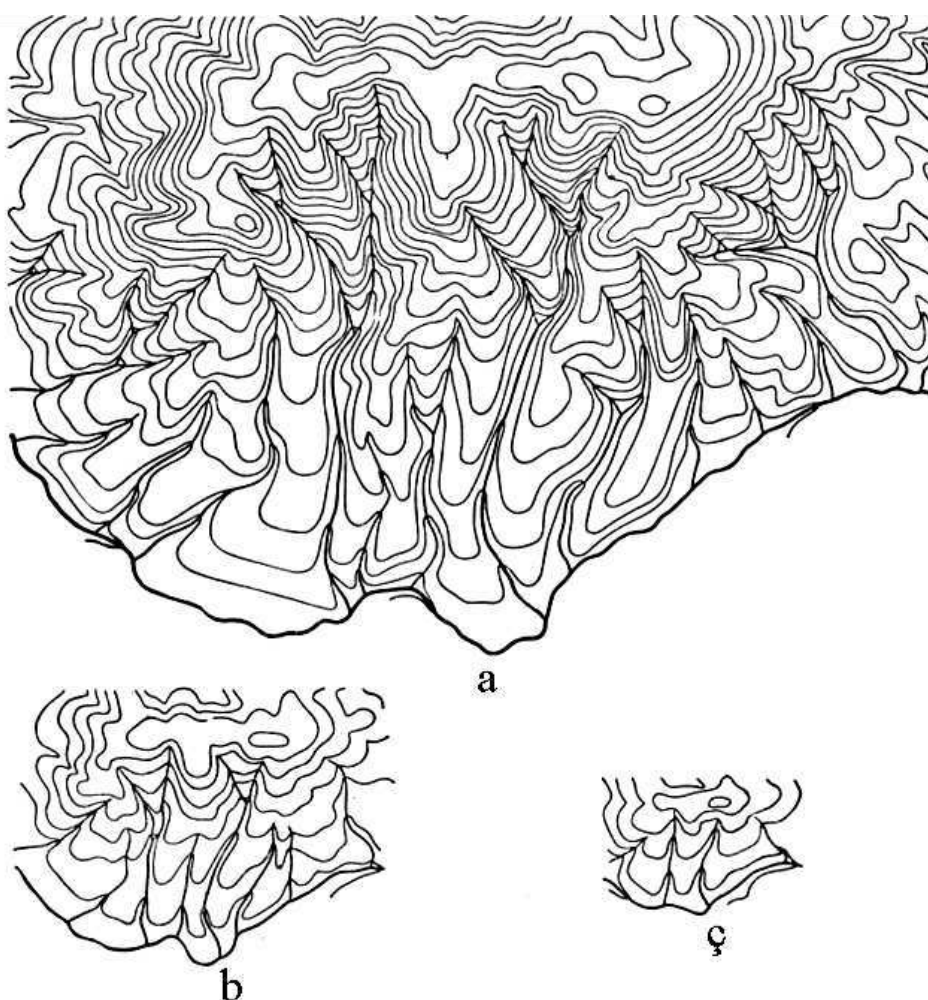
ýerden masştabyň üýtgemegi bilen suratlandyrylan obýektleriň ählisiniň görkezmek mümkinçiliginiň ýoklugy gelip çykýar. Masştab şekillendirilen elementleriň geometriki takyklygyny kesgitleýär. Ol hem öz gezeginde, kartadaky şekillendirilen obýektleriň köplük we hil häsiýetleriniň jemlenen derejesine köpräk baglydyr. Bu bolsa obýektleriň aýratyn belgileriniň meňzeş (maşgala) görnüşine geçmegini görkezýär. Masştabyň üýtgemegi şekiliň şertli belgisiniň görnüşiniň üýtgemegine getirýär (9.4.20-nji surat).



9.4.20-nji surat. Aýratyn obýektleriň, olaryň jemli belgileri boýnuça ilatly punktlaryň mysalynda generalizasiýalşdyrylyşy.

Muny kartanyň mysalynda görmek bolar, ýagny  $1:5000$  masştably planda ösýän gyrymsy baglyklar masştably şertli belgiler bilen, emma  $1:25000$  masştably kartada şu ýeriň çägi masştabdan daşary şertli belgiler bilen görkezilýär. Plan maňzeşliginiň gysgaldyýanlygyny, kartalarda relýefiň suratlandyrylyşyny mysal edip görkezmek bolar.  $1:10000$  masştably karta seredende,  $1:50000$  masştably kartada gorizontallaryň sany azdyr, relýefiň kesişme beýikligi hem ulalýar. Emma muňa seretmezden, kartanyň masştabynyň kiçelmegi bilen relýefiň suratlandyryş takyklygy peselýär.

Kartografiki generalizasiýa, kartografirlenýän territoriýanyň aýratynlygy hem täsir edýär. Şol bir obýekt dürli geografiki şertlerde dürli bahalary alýar. Şonuň üçin hem, käbir şertlerde obýekt kartada görkezilýär, emma käbir şertlerde ol kartada görkezilmeýär. Meselem, toprak (gumak) ýollary, ýodajyklar aýratyn binalar açyk ýeriň üstünde uly bolmadyk rol oýnaýar we kartada görkezilmezligi mümkin. Ýapyk ýerlerde ýa-da baryp(geçip) bolmaýan sebitlerde, ýokarda bellenen obýektler wajyp rola eýe bolýar. Ýagny, ýeriň üstünde bu elementler oriýentir ähmiýetli we hereket etmegi ýeňilleşdirýärligi üçin kartada görkezilmegi hökmany bolup durýar. Öňki SSSR-iň merkezi böleginiň kartasynda guýularyň görkezilmezligi mümkin, emma çöllerde, ýarym çöllerde, Türkmenistanyň territoriýasynda suwly desgalar wajyp durmuş, ýaşayş üçin esasy funksiýalary yerine ýetirýär. Şonuň üçin hem, suw desgalary Türkmenistanyň kartalarynda esasy element bolup durýanlygyndan kartalarda görkezilýär.



9.4.21-nji surat. Relýefiň gorizontallarda generalizasiýalaşdyrylyşy:  
a – 1:200 000 masştably kartada berlen şekili; b – 1:500 000 masştably kartada şol ýeriň şekillendirilişi; ç – şol ýeriň 1:1 000 000 masştably kartada şekillendirilişi.

Kartografiki generalizasiýa täsir edýän sebäpler hökmünde, kartografiki çeşmeleri bellemek mümkin. Kartografiki çeşmelerine mysal edip, ilatly

punktlaryň ýaşaýjylarynyň kartada bolmazlygy ýa-da ilat sanynyň, mellek ýerleriniň nädogry berilmegi, bu hadysalaryň kartada şekillendirilmegine öz täsirini ýetirýär.

Ýeriň üstünde bütewi ýaýran hadysalary kartografir-lemekde, köplenç, uzoçyzyklar we hil fon usullary ulanylýar. Olaryň birinjisini hadysanyň mukdar häsiýetlerini görkezmek gerek bolanda, ikinjisini bolsa hadysanyň hilini görkezmek gerek bolanda ulanylýar. Sanalan usullaryň ulanylmagy, generalizasiýany geçirmekde, olaryň arasyndaky aralygy (interwaly) ulaltmak bilen geçirilýär. Bu häsiýeti topografiki kartasynda relýefi gorizontallar bilen şekillendirmekde peýdalanmak has-da amatlydyr. Muňa mysal edip, topografiki kartanyň masştabynyň kiçelmegi bilen relýefiň kesişme beýikligi ulaldylýar we bu bolsa, kartografirlenilýän territoriýa bagly bolýar. Adatça,  $1:10000$  masştably kartada relýefiň kesişme beýikligi -  $2.5\text{ m}$ ,  $1:25000$  masştably kartasynda -  $5\text{ m}$ ,  $1:50000$  masştably kartada  $10\text{ m}$  we ş.m. beýikliklerden alynýar (9.4.21-nji surat).

### 9.3.12. Topografiki kartalary analizlemek

**Kartany analizlemek** bu, onuň elementleriniň we gurluşynyň ähli taraplaýyn, haýsy hem bolsa anyk maksatlar üçin ulanyp boljaklygyny ýüze çykarýan hadysasydyr (ylmy-barlag, bilim, amaly we ş. m.). Kartany bahalamak, onuň elementlerini analizlemek, şeýle hem kartanyň hili barada netijeleri çykarmak, kartany ulanyjylaryň talaplaryny kanagatlandyrmak derejesi (bitewi maksatlaýyn degişlilikini) bolup durýar.

Kartanyň hilini analizlemegiň esasy ugurlary we ony bahalamagyň kriterileri: zamanbarlygy, ylmy esaslandyrylan, ideologiýa ugrukdyrylyşy, dolulygy, anyklygy we mazmunynyň hakykylygy (hakykata degişli derejesi), matematik häsiýetiniň maksatlaýyn saýlanyp alynmagy we generalizasiýanyň dogrulygy, kartografiki şekillendirmegiň usullary we ýagtylandyrylyşy, kartalary bezemek üçin serişdeleriň kämilligi (kartanyň umumy aýdyňlygy, belgileriň tapawutlanyşy, belgileriň logiki arabaglanyşygy, umumy geografiki agramy), nokatlaryň, çyzyklaryň sudurlaryň ýagdaýlarynyň geometriki takyklygy bolup durýar.

Analiz barlanylýan territoriýany öwrenmek, kartada ýerleşen obýektleriň we hadysalaryň suratlandyrylyş aýratynlyklaryny, ýerleşmeginiň kanunalaýyklaryny, özara arabaglanyşyklaryny, ösüş dinamikasyny, kartanyň mazmunynyň köneliş derejesini kesgitlemek ýaly maksatlarda geçirilýär. Analiz degişli işi geçirmek üçin kesgitlenen masştably kartany saýlap almagy, onuň ulanyljak ugruna baglylykda çapdan çykan wagtyny, ilkinji gezek şekillendirilen ýeriň bölegi bilen tanyş bolmak we ýeriň üstüni anyk öwrenmek, meýdan işleriniň meýilnamasyny düzmek, barlagy geçirilýän ugruň marşrutyny kesgitlemek, onuň ugrunda stansiýalary bellemek, ýeriň üstünde oriýentirlemek maksady bilen oňaly nokatlary bellemek ýaly meseleleri çözmägi geçirilýär. Şonuň bilen birlikde landşaft, toprak, durmuş - ykdysady hadysalary, ylmy-barlag işleri geçirmek zerurdyr.

Saýlap almakda, kartalaryň kesgitli maksatlar üçin ulanyp boljaklygy, haýsy hem bolsa niýetlenen işler üçin takyklygynyň we maglumatlaryň dolulugy wajyp bahalary alýar. Şu ýagdaýda, bir zady bellemek gerekdir, ýagny kartalaryň masştabynyň ulalmagy, şu ýeri suratlandymak üçin kartalaryň sahypasynyň artýandygyny, olarda suratlandyrylan maýdan ýaýran obýektleriň şekillendiriliş gözyetimliginiň peselýändigini bellemek bolar. Muňa seretmezden kartanyň masştabynyň ulalmagy bilen obýektleri we hadysalary öwrenmek maksady bilen geçirilýän ölçegleriň takyklygynyň artýandygyny bellemek mümkin. Territoriýanyň döwrebaplygyny we olarda bolup geýýän hadysalary öwrenmek maksady bilen, geçirilmeli işlere ýakyn wagtlarda düzülen ýa-da çapdan çykan kartalary peýdalanmak amatlydyr. Geografiki hadysalaryň dinamikasyny öwrenmek üçin, şol bir ýeriň dürli wagtlarda düzülen kartalaryny deňeşdirmek zerurdyr. Ölçegli meseläni çözmek maksady bilen täze mazmunly, oňat saýlanan iri (uly) masştably kartalardan peýdalanmak bolar.

## IX.5. ŞEKILLERİN MEÝDANYNY KESGITLEMEK

### 9.5.1. Umumy düşünje

Geodeziýada haýsy hem bolsa belli bir berlen ýeriň böleginiň meýdanyny kesgitlemek üçin, ölçeg we hasaplama işlerini geçirmeli bolýar. Netijede, hasaplamaly ýeriň bölegi, meýdan birliginde (metr, kwadrat, gektar, ar we ş.m.) alynýar. Soňra, ýer üstüniň fiziki meýdanyny hasaplamak maksady bilen, onuň gorizonta tekizlikdäki proyeksiýasynyň meýdanyny aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$P = P_{hakyky} \cdot \cos \nu.$$

Bu ýerde  $P_{hakyky}$  - meýdany kesgitlemek üçin şu aşakdaky formuladan peýdalanmak mümkin:

$$P_{hakyky} = \frac{P}{\cos \nu}.$$

Bu ýerde  $P_{hakyky}$  -ýeriň üstündäki suduryň hakyky meýdany, gektarda.

Meýdany kesgitlemegiň gerek bolan takyklygyna laýyklykda, dürli usullary ulanmak bilen, ýer üstüniň sudurlarynyň meýdanlarynyň hasaplamak mümkin. Usullardan: yagny, paletkalar, grafiki, mehaniki, analitiki, takyk terezilerde çekmek, fotoelektron we ş.m. bellemek bolar. Usullaryň takyklygy, olaryň sanalan tertibinde artýar. Meýdany kesgitlemegiň iň pes takykly usuly paletkalar usulydyr. Iň ýokary takykly usuly bolup fotoelektron usuly durýar.

### 9.5.2. Planyň deformasiýasy we onuň meýdany kesgitlemekde hasaba alnyşy

Plan bilen işlemekde kagyzyň deformasiýasyny hasaba almak zerur bolýar. Ol öz gezeginde kartanyň *saklanyş şertine* we *goýmagyň görnüşüne* baglydyr. Kartanyň deformasiýasyny iki sany özara perpendikulýar ugurlar boýunça kesgitlemek bolar. Ony şu aşakdaky formula goýmak bilen kesgitlemek mümkin:

$$q = \frac{l_0 - l}{l_0}.$$

Bu ýerde  $l_0$  - plandaky çyzygyň hakyky uzynlygy, metrde;  $l$  - ölçenýän çyzygyň uzynlygy, metrde,  $q$  - deformasiýanyň ululygy.

**1-nji mysal.** Kartadaky çyzygyň hakyky uzynlygy  $l_0 = 1000$  metr,  $l = 995$  metr bolsa, onda deformasiýanyň ululygy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$q = \frac{1000 - 995}{1000} = +0.005 = +\frac{1}{200}.$$

Plandan ölçenen çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen tapmak bolar:

$$L_0 = l + l \cdot q$$

**2-nji mysal.** Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy  $l = 245.0$  metr,  $q = +1/200$ , onda ölçenen çyzygyň uzynlygy aşakdaky baha deň bolar:

$$l_o = 245.0 + 245.0/200 = 245.0 + 1.6 = 246.2 \text{ m}$$

Iki sany özara perpendikulýar ugurlar boýunça deforma-siýanyň koeffisiýentiniň deň bolmadyk, ýagny olaryň tapawudy 20 % - den geçmedik ýagdaýynda orta koeffisiýent düşünjesi girizilýär:

**3-nji mysal.** Eger-de  $q_1 = +1/100$  bolsa, şeýle hem  $q_2 = -1/50$  bolsa onda, orta koeffisiýent aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$q_{orta} = \frac{((+1/100) - (1/50))}{2} = -\frac{1}{200}.$$

Planda(kartada) sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemäge düzedişleri girizmänkä, ilki bilen onuň (P) meýdanyny, deformirlenen planda kesgitlep, soňra düzedişi aşakdaky formulanyň kömegi bilen girizmek bolar:

$$P_o = P + 2 \cdot P \cdot q.$$

**4-nji mysal.** Kartadan kesgitlenen suduryň meýdany  $P = 152.20 \text{ ga}$ ,  $q = -1/200$  bolsa, onda suduryň umumy meýdany aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

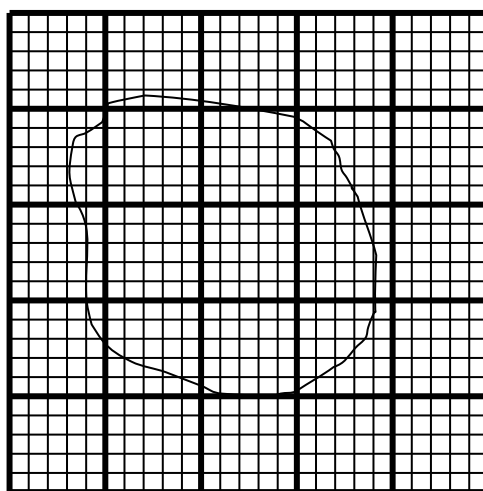
$$P_o = 152.20 + 152 \cdot (-1/200) = 151.44 \text{ ga}.$$

Suduryň hakyky meýdany 151.44 ga bolar.

### 9.5.3. Paletkalar usuly

Paletka bu - grafiki gurluş bolup, ol kwadrat, parallel çyzyklar, tegelek görnüşinde aňyrsy görünýän materiala(aýna, pleksiglasa, kliýonka, plastmassa önümlerine we ş.m.) çyzylan bolýar.

Kwadrat paletka bilen işlemezden öňürti, onuň iň kiçi böleginiň ululygyna düşýän meýdan birligini(P), ölçeg birliginde ( $mm^2$  ýa-da  $sm^2$ ) hasaplalyň. Bize mekdepde, geometriýa dersinden belli bolşy ýaly, kwadratyň meýdany  $P=a^2$  formula boýunça hasaplanylýar. Bu ýerde  $a$  - kwadratyň tarapyňyň uzynlygy, metrde.



9.5.1-nji surat. Kwadrat paletka bilen berlin suduryň meýdanyny kesgitlemek.

Paletka bilen meýdany ölçemek üçin, ony meýdany kesgitlenýän suduryň üstünde goýup, meýdanyň daşky araçägi boýunça, onuň içine girýän ähli kwadrat birlikleriň ( $n_p$ ) umumy sanyny sanawarys. By ýagdaýda  $n_p = n + n'$  formula boýunça hasap-lanylýar. Bu ýerde  $n$ -doly kwadratlaryň sany,  $n'$ -doly däl kwadrat-laryň sany. Meýdany kesgitlenýän ýerde doly we doly däl kwadratlaryň jemi tapylýar.

Ölçenen ýer uçastogynyň meýdanyny ( $P$ ), ölçeg birliginde aňlatmak üçin ( $m^2$ ,  $ga$ ,  $km^2$  ýa-da ar) paletkanyň  $c_p$  böleginiň bahasyny hasaplamak gerekdir. Ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek mümkindir:

$$c_p = (a \cdot c)^2.$$

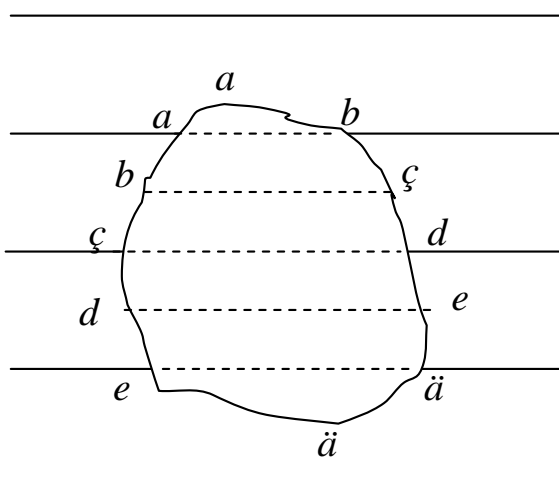
Bu ýerde  $c$  - kartanyň masşabynda ölçenen  $a$  ululyga baglylykda alnan baha. Ol şu aşakdaky ýaly bolup biler:

$$a = 1 \text{ mm}, 2 \text{ mm}, 5 \text{ mm}, 10 \text{ mm}, 100 \text{ mm}.$$

Onda hasaplanýan meýdany aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$P = n_p \cdot c_p$$

Onda, 9.5.1-nji suratdaky şekiliň meýdany doly kwadratda  $n=133$ , doly däl kwadratda  $n'=64/2=32$  bolsa, onda umumy öýjükleriň sany  $n_p = n + n' = 133 + 32 = 165$  bolar. Kwadratyň iň kiçi öýjügiň tarapynyň uzynlygy  $a=2 \text{ mm}$  baha deň diýip alnan.



9.5.2-nji surat. Parallel çyzyklar usuly bilen suduryň meýdanyny kesgitlemek.

Eger-de kartanyň masşaby  $1:10000$ , onda onuň  $1 \text{ mm}^2$  kwadrat öýjügi  $100 \text{ m}^2$  ýa-da  $0,01 \text{ gektar}$  meýdan birliki düşýär. Onda onuň iň kiçi kwadratyna  $a=2 \text{ mm}$  öýjügi  $400 \text{ m}^2$  ýa-da  $0,04 \text{ gektar}$  meýdan birliki düşýär. Şu ululyklardan ugur alsak, onda paletka bilen kesgitlenilýän suduryň umumy meýdany aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P = 165 \cdot 0,04 = 6,6 \text{ ga bolar.}$$

Paletkanyň ýagdaýyny üýtgetmek bilen berlen suduryň meýdanyny ikinji gezek hasaplawarys. Şu ýerde bir zady bellemek zerur bolup durýar, ýagny ýeriň

üstündäki sudurlaryň örän kiçi bölegini keser ýaly derejede paletkany ýerleşdirmek zerur. Bu paletkany ýer üstüniň suduryň meýdany  $2\text{ sm}^2$ -dan az bolanda ulanmak amatlydyr.

**Parallel çyzykly paletkalar** bilen berlen suduryň meýdanyny hasaplamakda sirkul-ölçeýjini we kese masştab çyzgyjyny ulanýarys (9.5.2-nji surat).

Sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen trapesiýanyň orta çyzyklarynyň  $ab$ ,  $bç$ ,  $çd$ , ...,  $eä$  uzynlyklaryny ölçäp, masştab çyzgyjynda goýýarys. Bölek çyzyklaryň jemi uzynlygy hasaplanýlar. Çyzyklaryň uzynlygyny, olaryň arasyndaky aralyga köpeltmek bilen suduryň meýdanyny tapmak bolar. Bu usulda meýdany kesgitlemek, trapesiýanyň meýdanyny kesgitlemege esaslanýar.

Meselem, orta çyzyklaryň uzynlygy, kartanyň masştabynda 252 metre deň bolsa, planyň masştaby  $1:10000$  bolanda, onda suduryň meýdany aşakdaky ýaly kesgitlenir:

$$P = 252 \cdot 10 = 2520\text{ m}^2 = 0,25\text{ ga bolar.}$$

Bu paletkany sudurlaryň meýdany  $10\text{ sm}^2$ -dan kiçi bolan ýer üstüniň sudurlarynyň meýdanyny kesgitlemekde ulanmak maslahat berilýär.

Agzalan paletkalardan daşary tegelek paletkalar hem önümçilikde ginden ulanylýar. Olar hem trapesiýanyň meýdanyny hasaplamaga esaslanandyr. Tegelek paletkalar bilen ýer üstüniň bölekleriniň meýdany  $10\text{ sm}^2$ -dan kiçi bolanda ulanmak amatly. Bu paletkanyň kömegi bilen  $1:10000$  masştably kartada sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek bolar. Bu paletkany dürli masştably kartalarda, meýdany kesgitlemek maksady bilen hem ulanmak mümkin.

Paletkalaryň kömegi bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň oňnositel takyklygy has amatly şetrlerde  $1:100$ , ýara-maz şetrlerde bolsa  $1:50$  baha deňdir.

#### 9.5.4. Grafiki usuly

Grafiki usuly  $15\text{ sm}^2$ -dan kiçi bolan sudurlaryň meýdan-laryny kesgitlemekde ulanmak maslahat berilýär. Bu usulda, meýdany hasaplanýan ýer üstüniň sudury, geometriýa dersinden belli bolan we meýdanlary oňnuden kesgitlenilýän şekillere bölemek bilen geçirilýär. Geometriki şekillerden: kwadrat, gönüburçlyk, trapesiýa, romb, tegelek we ş.m. bellemek bolar. Sudurlaryň meýdanyny kesgitlemekde, meýdany kesgitlenýän ýeri ýokarda bellenen şekillere bölmek bilen, her bir suduryň meýdany aýratynlykda hasaplanýlyp, soňra sudurlaryň umumy jemi kesgitlenilýär.

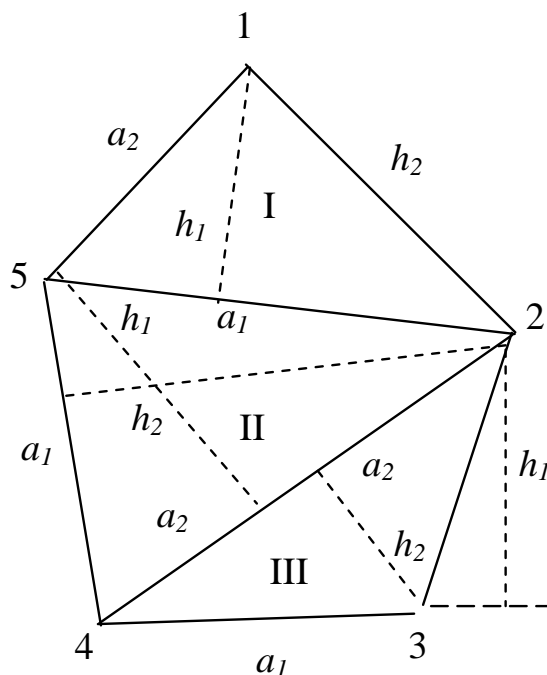
Berlen sudurlaryň meýdanyny üçburçluklara bölemek bilen hasaplanýlyşyna degişli mysala seredip geçeliň (9.4.3-nji surat). Planyň masştabyny  $1:5000$  deň diýip alalyň.

Üçburçlugyň esasyňy we beýikligini sirkul-ölçeýji we masştab çyzgyjyny ulanyp kesgitlemek bolar. Onuň üçin, ilki bilen berlen üçburlugyň elementlerini sirkul-ölçeýjiniň ädiminiň kömegi bilen alýarys we masştab çyzgyjynyň üstüne goýýarys. Üçburlugyň elementlerini metr birliginde aňlatmak bilen suduryň

meýdany kesgitlenilýär. Üçburçlygyň meýdany belli formula arkaly hasap çykarylýar. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$P = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h.$$

Bu ýerde  $a$  - üçburçlugyň esasy, metrde;  $h$  - üçburçlugyň beýikligi, metrde.



9.5.3-nji surat. Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek.

Bäşburçlugyň meýdanyny aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$2P = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2 + \dots + a_n \cdot h_n.$$

Mysal hökmünde 12345 köpburçlyk üç sany (I, II we III) üçburçlyga bölünen, ölçegleri we hasaplamalary 9.5.1-nji tablisa laýyklykda geçirýäris.

9.5.1-nji tablisa

**Grafiki usul bilen berlin sudurlaryň meýdany kesgitlemek**

| Üçburçlugyň tertibi | Uçburçlugyň elementleri, metrde |           | 2P, ga | 2P-ň orta bahasy, ga |
|---------------------|---------------------------------|-----------|--------|----------------------|
|                     | Esasy                           | Beýikligi |        |                      |
| I                   | 426.8                           | 508.0     | 21.68  | 21.67                |
|                     | 547.0                           | 396.0     | 21.66  |                      |
| II                  | 468.2                           | 442.0     | 20.69  | 20.56                |
|                     | 520.0                           | 297.0     | 20.64  |                      |
| II                  | 267.2                           | 309.0     | 8.26   | 8.27                 |
|                     | 322.2                           | 257.0     | 8.28   |                      |
| Jemi                |                                 |           | 101.21 | 50.60                |

Üçburçlugyň umumy meýdany aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P = \frac{2P_{orta}}{2} = \frac{50.60}{2} = 25.30 \text{ ga}.$$

Goýberlen ýalňyslygy hasaplalyň. Onuň üçin suduryň hasaplanan  $P_{has} = 25.39 \text{ ga}$  bahasyndan onuň hakyky  $P$  meýdany aýyrmak ýeterlikdir. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$f_p = P_{has} - P = 25.30 - 25.39 = 0.09 \text{ ga}$$

Hasaplamanyň dogry geçirilendigini barlamak maksady bilen, meýdany kesgitlemekde goýberilýän ýalňyslygyň ululygyny hasap-laýarys. Ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek mümkin:

$$f_{Pgoyber} = \pm(0.05 \cdot \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P}) \text{ ga}$$

Bu ýerde  $M$  - masşabyň maýdalawjysy;  $P$  - suduryň hakyky meýdany, geklarda.

Onda biziň mysalymyzda çäkli ýalňyslyk aşakdaky baha deň bolar:

$$f_{Pgoyber} = \pm(0.05 \cdot \frac{5000}{10000} \cdot \sqrt{25.39}) = \pm 0.05 \cdot 0.5 \cdot 5.05 = 0.13 \text{ ga}.$$

bolar. Bu ýagdaýda  $f_p \leq f_{Pgoyber}$  bolmagy hökmanydyr.

Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek, iň tygşytly usullaryň biridir. Eger-de sudury üçburçlyklara bölüp bolmasa, onda öňki bellenen geometriki şekillere bölüp hasaplamak maslahat berilýär.

Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň oňnositel takyklygy  $1:100-1:200$  çäklerde bolýar.

Üçburçlugyň meýdanyny hasaplamak üçin, Geronyň formulasyny ulanmak hem bolar. Bu formula şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$P = \sqrt{(P \cdot (P - a)(P - b)(P - c))}.$$

Bu ýerde  $a$ ,  $b$  we  $c$  - üçburçlugyň taraplarynyň uzynlygy, metrde;  $P$  - üçburçlugyň ýarym perimetri.

Üçburçlugyň ýarym perimetrini aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek ýerlikli bolar:

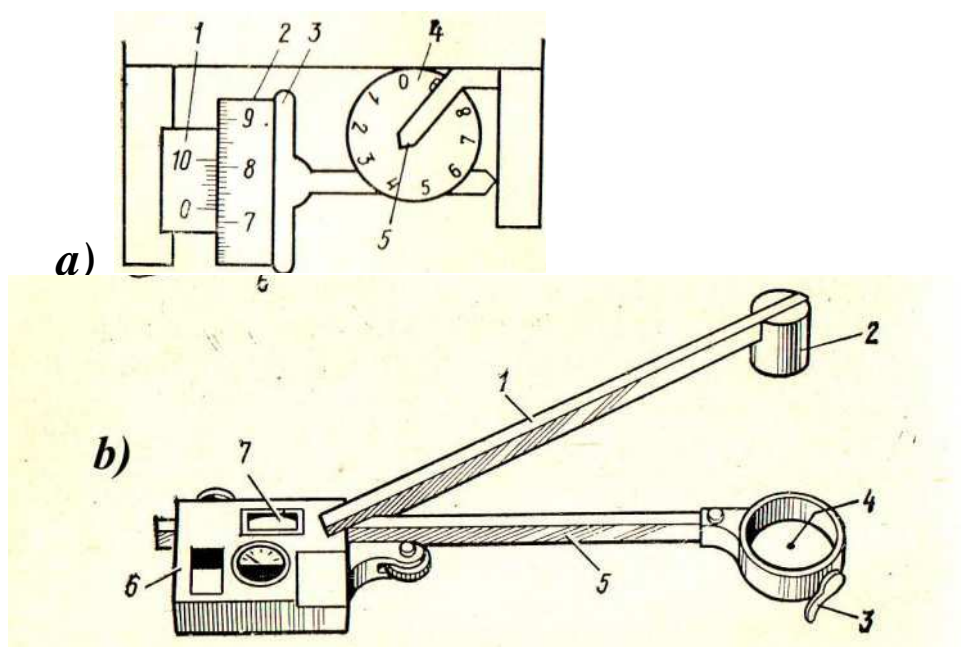
;

#### 9.5.5. Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usuly

Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usulynda *planimetr* diýilýän mehaniki guraly ulanylýar. “*Planimetr*” gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline “*Plan boýunça ölçeyärin*” diýen ýaly manyda terjime edilýär. Bu gural çalt we gerek takyklykda islendik sudurly meýdanlary kesgitleýär. Dürli görnüşli ýer üstüniň suduryň meýdanyny planimetrli kesgitlemekde, suduryň meýdanyny planimetriň böleginde hasaplaýarys. Planimetr bilen meýdany kesgitlemegiň oňnositel takyklygy  $1:400$  has amatly şertlerde we  $1:200$  ýaramaz şertlerde alynýar. Planimetr bilen sudurlaryň meýdany  $10 \text{ sm}^2$ -dan uly bolan ýer üstüniň sudurlary üçin ulanmak bolar.

*Planimetr* bu, sudurlaryň meýdanyny hasaplamak üçin niýetlenen guraldyr (9.5.4-nji surat). Şu günki günde has köp ýaýran polýar planimetrleridir. Ol

aşakdaky gurluşlardan ybarat bolýar. Ýagny, polýus ryçagyndan, onuň bir tarapyna iňňeli ýükjagaz, emma onuň garşylykly tarapyna iňňeli şarniş birleşdirilendir. Planimetr ondan daşary, öwrüm ryçagyndan we hasaply mehanizminden durýar. Hasap mehanizmi barabanyndan, siferblatadan, hasap böleginden we görkezijiden ybarat bolýar. Hasap barabanynyň daş töweregi 100 bölege, siferblata bolsa 10 bölege bölünendir. Barabanyň 1:1000 aýlanmasyna meýdany *ölçemegiň birligi* ýa-da *planimetriň bölegi* diýilýär. Meselem, suratdan alnan hasap 3721 bolar. Planimetriň siferblatasynyň doly aýlawy 10000-e deň. Hasap mehanizminden alnan san *dört belgilidir*, käbir ýagdaýlarda 10000-den geçýän 5 *belgili* san hem alynýar. Olaryň birinjisi siferblatdan, ikinji we üçünji sanlar hasaply barabandan, dördünji san bolsa hasaply bölekden (werneýerden) alynýar.



9.5.4-nji surat. Polýar planimetri (**b**) we onuň hasap mehanizmi (**a**).

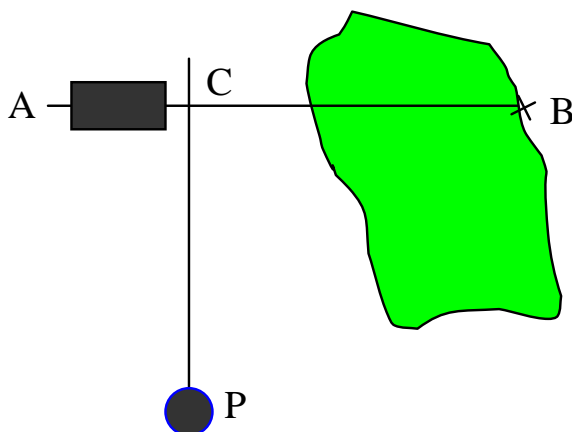
Planimetr bilen işlemezden öňürti, onuň aýry bölekleriniň we serişdelerininin işleýişe sazlygyny synamak we barlamak zerurdyr. Planimetriň hasaply tigriniň okunyň daşyndan ýeňil aýlanmagy hem-de hasaply bölege degmezligi gerekdir. Barmagymyz bilen hasaply tigiri aýlandyryp hereket etdirsek, ol 3-4 sekundyň dowamynda hiç hili bökdençsiz säginmän aýlanyp durmalydyr. Sanly bölek bilen hasaply tigriniň arasyndaky aralyk, galyň kagyzyň inliginden köp bolmaly däl. Ony düzetmegi, tigriniň okunyň ýanyndaky aýratyn nurbatlaryň kömegi bilen geçirilýär. Düzediş işlerini berkidiji nurbatyň boşadylan ýagdaýynda geçirmeli.

Hasap tigriniň we böleginiň üsti bir-biriniň dowamy bolmalydyr. Düzetmegi hasap bölegine berkidilen nurbatyň kömegi arkaly geçirýäris.

Hasap tigriniň we gurluşynyň bölekleri dogry bölünen bolmalydyr. Ony barlamak üçin, hasap bölegiň nol sany tigriniň haýsy hem bolsa bir bölegi bilen

gabat gelmelidir. Soňra, hasap böleginiň nol bölegini, hasap tigriniň indiki bölegi bilen gabat getirýäris. Edil şular ýaly galan bölekleri barlaýarys.

Hasap tigriniň görkezmesi durnukly bolmalydyr. Bu barlag üçin niýetlenen çyzgyjyň kömegi bilen, planimetriň *sag* (*SP*) we *çep* (*ÇP*) polýuslarynda ýiti, göni we kütäk burçlar boýunça ryçagyň arasynda, her bir ýagdaýda dört gezek aýlaýarys. Hasaply mehanizminden alnan hasaplaryň tapawudy 5 bölekden köp bolmazlygy zerur. Şu şert ýerine ýetmedik ýagdaýynda, hasap tigrini täzeden düzetmeli bolýar. Hasap tigriniň gurşawynyň tekizligi, öwrüm tutgyjynyň okuna perpendikulýar bolmalydyr. Şerti ýene-de, barlag çyzgyjynyň kömegi bilen, planimetriň polýusynyň iki ýagdaýynda, tutguçlaryň arasynda ýiti burçy emele getirmek bilen barlaýarys. Planimetri *SP* ýagdaýyndan *ÇP*-a geçirmekde barlag çyzgyjyny we polýusyny süýşürmeli däldir. Şert her polýusda hasaplaryň tapawudynyň deň bolan ýa-da 5 *bölekden* geçmezlik ýagdaýynda ýerine ýetýär. Eger-de şert ýerine ýetmese, onda planimetri düzetmegi, onuň düzediji nurbatynyň kömegi bilen, öwrüm tutgyjyny berkidýän berkidiji nurbatyň boşadylan ýagdaýynda geçirýäris. Soňra, barlagy gaýtalaýarys. Eger-de şert ýerine ýetmese, sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegi, polýusyň iki ýagdaýynda geçirmeli we hasaplaryň tapawudynyň orta arifmetiki bahasyny çykarmaly bolýarys.



9.5.5-nji surat. Planimetr bilen sudurlary aýlamak.

Planimetr bilen işlenilende, plany tekiz, ýylmanak, gorizonta üst, stola ýa-da çyzgy tagtasynyň üstüne goýýarys we ony dört burçuny ýörite ýükler berkidýäris (kagyzyň dört burçuna ýükjagazlary goýmak ýa-da olary çüýjagazlar bilen berkitmek bolar). Planimetriň polýusyny goýmak üçin, öňünden suduruň üstünde planimetri aýlaýarys we tutguçlaryň arasyndaky burçuň  $30^\circ$ -dan uly  $150^\circ$ -dan kiçi bolar ýaly nokady saýlap alýarys. Soňra, suduryň daşyndan aýlanmak maksady bilen başlangyç nokady alyp, aýlamagy planimetriň *SP* (*ÇP*) geçirýäris. Polýusy sudurdan daşarda almaklyk hökmanydyr. Soňra, suduryň daşyndan aýlamak üçin başlangyç nokady, suduryň daşky araçäginden alýarys we ony galam bilen belgileýäris. Şol nokatda, planimetriň oklary takmynan, bir-birine perpendikulýar bolmalydyr (9.5.5-nji surat). Polýusy berkidip, öwrüm indeksini başlangyç nokat bilen gabat getirip, hasaply mehanizminden hasaby alýarys we

tablisa ýazýarys. Sudury sagat diliniň ugruna, bökdürmesiz, birmeňzeş tizlikli, öwrüm indeksiniň çyzykdan çykamazlyk şerti bilen aýlandyrýarys. Başlangyç nokada gelip aýlamany togtadyarys we hasap mehanizminden ikinji sany alýarys. Sanlaryň birinjisini siferblatadan, ikinjisini we üçünjisini hasap tigiden we dördünjisi bolsa hasap böleginden alýarys. Alnan hasaby “*Meýdany planimetriň kömegi bilen hasaplamagyň tablisasy*” ýazyp, aýlamagy ýene-de sagat diliniň ugruna dowam etdirýäris. Başlangyç nokada gelip ýene-de planimetriň hasaply mehanizminden hasaby alýarys. Alnan hasaby, tablisa degişli ýere ýazýarys. Soňra, alnan hasaplar boýunça  $n_2 - n_1$  we  $n_3 - n_2$  tapawutlary kesgitleýäris. Olar ululyklary boýunça takmynan, bir-birine deň bolmalydyr ýa-da arasyndaky tapawut  $\pm 5$  bölekden geçmeli däldir. Suduryň daş töwereginiň dogry ölçenenligini barlamak maksady bilen, planimetriň beýleki polýusynda *ÇP (SP)* suduryň araçägi boýunça ölçemegi ikinji gezek geçirýäris.

Planimetriň sag we çep polýuslary, onuň polýusy bilen hasap mehanizmine baglylykda anyklanylýar. Eger-de hasap mehanizmi polýusyň çepinde ýatsa, onda *çep polýus*, sagynda ýatsa bolsa *sag polýus* diýilýär.

Sudury iki gezek aýlamagyň netijesi: tapawutlar 200 bölege çenli sudurly meýdanlarda  $\pm 2$  bölek, 200-den 2000-e çenli  $\pm 3$ , 2000-den köp bölekler üçin  $\pm 4$  bölek çäklerde bolmalydyr.

Iki aýlawyň netijeleriniň goýberilýän bolan ýagdaýynda, hasaplaryň tapawudynyň orta arifmetiki bahasy kesgitlenilýär. Eger-de tapawut goýberilýän ululykdan köp bolsa, onda ölçemegi ýene-de gaýtalamaly bolýarys (9.5.2-nji tablisa).

9.5.2-nji tablisa

**Planimetr bilen suduryň meýdanyny ölçemegiň tablisasy**

| Hasaplaryň tertibi | Planimetrden alnan hasaplar |          |               |
|--------------------|-----------------------------|----------|---------------|
|                    | N                           | tapawudy | ortaça bahasy |
| Sag polýus (SP)    |                             |          |               |
| 3                  | 7998                        | 3232     | 3233          |
| 2                  | 4466                        | 3234     |               |
| 1                  | 1232                        |          |               |
| Çep polýus (ÇP)    |                             |          |               |
| 3                  | 11466                       | 3233     | 3231.5        |
| 2                  | 8233                        | 3230     |               |
| 1                  | 5003                        |          |               |

Planimetriň teoretiki  $\tau$  böleginiň bahasy meýdany öňünden hasaplanýan şekilleriň (kwadrat, gönüburçlyk, trapesiýa, tegelek we ş.m.) daşyndan planimetriň öwrüm tutgujyny aýlamak bilen kesgitleýäris. Onuň üçin kartanyň koordinata torunyň kwadratларыnyň 2-3 sanysyny alyp, planimetriň iki polýusda aýlamak bilen kwadratларыň daş töwregeiniň uzynlygyny ölçeyäris.

*Planimetriň böleginiň bahasy* bu, onuň tutgujynyň uzynlygynyň iň kiçi bölegine düşýän meýdan birligidir.

Planimetriň teoretiki böleginiň bahasy şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$P = R \cdot \tau.$$

Bu ýerde  $R$  - öwrüm tutgyjynyň uzynlygy;  $\tau$  - planimetriň in kiçi böleginiň bahasy ( $\tau=0,06 \text{ mm}$ ).

Praktikada planimetriň böleginiň bahasy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$P = \frac{S}{n_2 - n_1}.$$

Bu ýerde  $S$  - aýlanýan suduryň belli meýdany (üçburçlyk, gönüburçlyk, kwadrat, tegelek we ş.m.), geklarda;  $n_2 - n_1$  - planimetriň hasap mehanizminden alnan hasaplaryň tapawudynyň orta bahasy, bölekde.

Onda, ölçenen suduruň meýdanyny aşakdaky formula boýunça kesgitlener:

$$S = P \cdot (n_2 - n_1).$$

Planimetriň böleginiň bahasyny baş belgili sanda, ýagny takmynan, 0.00001 takyklykda kesgitlemek zerur.

Planimetriň böleginiň bahasyny, onuň kesgitleniş formulasyna ölçenilip alnan bahalary goýmak bilen tapmak mümkin.

9.5.3-nji tablisa

**1:5000 we 1:10000 masştably planlar üçin planimetriň böleginiň bahasynyň kesgitleniş tablisasy**

| Hasaplar       | Hasaplaryň tapawudy | Hasaplaryň tapawudynyň orta arifmetiki bahasy | Planimetriň bölegindäki meýdan, ga | Planimeriň böleginiň bahasy, ga |
|----------------|---------------------|---|------------------------------------|---------------------------------|
| 1              | 2                   | 3   | 4                                  | 5                               |
| Sag polýus(SP) |                     |   | 3150.5                             | 0.09522                         |
| 8515           | 3152<br><br>3149    | 3151  |                                    |                                 |
| 5363           |                     |   |                                    |                                 |
| 2213           |                     |   |                                    |                                 |
| Çep polýus(ÇP) |                     |   |                                    |                                 |
| 7411           | 3151<br><br>3149    | 3150  |                                    |                                 |
| 4260           |                     |   |                                    |                                 |
| 1111           |                     |   |                                    |                                 |

**1-nji mysal.** Planimetr bilen ölçenen suduryň meýdany  $S=300.00$  ga, hasaplaryň tapawudynyň orta bahasy  $n_2 - n_1 = 3150.5$  deň bolsa, onda planimetriň böleginiň bahasyny aşakdaky ýaly tapmak bolar (9.5.3-nji tablisa):

$$P = \frac{300.00}{3150.5} = 0.09522.$$

Işlenilýän planyň masşabyna baglylykda, beýleki bir planimetriň bölegine düşýän bahasyny aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$P = R \cdot \tau \cdot M^2.$$

Bu ýerde  $M$  - işlenilýän planyň san masşabynyň maýdalawjysy.

Dürli masşably planlaryň böleginiň bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2.$$

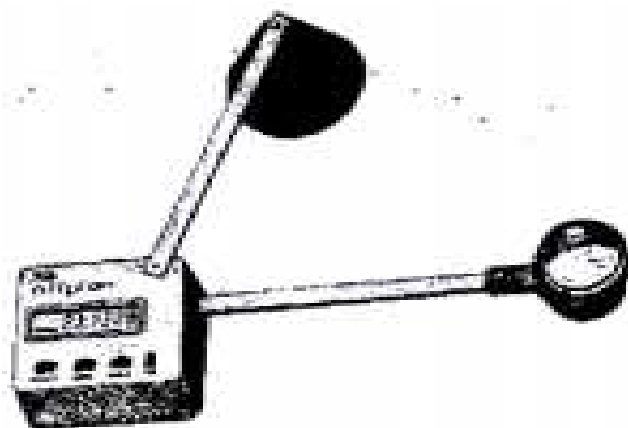
Bu ýerden:

$$P_1 = \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 \cdot P_2.$$

**2-nji mysal.** Eger-de  $1:10000$  masşably kartada, planimetriň böleginiň bahasy  $P_1 = 0.090000$  ga bolsa, onda  $1:5000$  masşably plan üçin planimetriň böleginiň bahasy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P_2 = \left( \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 0.09000 = 0.02250.$$

Iki hasap mehanizmli planimetrler üçin bölegiň bahasy, bir wagtyň özünde iki mehanizm üçin hem kesgitlenilýär.



9.5.6-njy surat. Elektron sanly planimetr.

Sudurlaryň meýdanyny kesgitlemekde planimetriň böleginiň bahasy tegelek sanlar alynsa, onda hasaplamany geçirmek amatly bolýar. Meselem,  $0.10000$  ga,  $0.20000$  ga we ş.m. Onuň üçin aýlaw tutgyjynyň uzynlygyny üýtgetmek zerurdyr. Meselem,  $P_1 = 0.09522$  ga bolsa, onda planimetriň

tutgyjynyň(ryçagyň) uzynlygy  $R_1 = 163.3 \text{ mm}$ , onda  $P_2 = 0.10000$  baha geçirmek üçin  $R_2$ -ni hasaplamak ýeterlikdir. Ony aşakdaky ýaly hasaplamak bolar:

$$R_2 = \frac{0.10000}{0.9522} \cdot 163.3 = 171.5 \text{ mm}.$$

Hasaplanan bahany planimetriň aýlaw ryçagynda  $R_2 = 171.5 \text{ mm}$  baha süýşürmek bilen goýýarys. Soňra, planimetriň bölek bahasyny täzeden hasaplaýarys. Eger-de alnan netije  $0.10000$  ga deň bolsa, onda geçiren işimiz dogry bolar.

Soňky wagtlarda *elektron planimetrleriniň* birnäçe tapgyrlary döredildi. Olaryň kömegi bilen dürli görnüşli sudurlary aýlap, olaryň meýdanlaryny hasaplamak bolar. Emma käbir ýagdaýlarda hasaplamak işlerini geçirmän, olaryň kömegi bilen önümçilikde işleýän planimetrleriň takyklygyny barlamak bolar. Muňa garamazdan, elektron planimetrlerini işe taýýarlamak köp wagty talap edýär.

Polýar planimetrleriniň dürli görnüşleri bardyr. Olaryň arasynda *Angliýanyň “Stenli”* firmasynyň elektron planimetrini bellemek has-da wajypdyr. Guralda hasap roliginiň görkezmesi, fotoelementleriň kömegi bilen alynýar we *EHM-lere* geçirilýär. Bu bolsa, hasaplamaalaryň netijelerini sudurlar boýunça tablisa, neşir ediji maşyna geçirmege we maglumatlary almaga esas döredýär. Emma bu planimetr özüniň gurluşynyň çylşyrymlylygy bilen giň ýaýramany tapmady. Şeýle-de, onuň agramynyň uly bolmagy, plan ýa-da karta bilen işlände, käbir kynçylyklary döredýär. Ýagny, sudurlaryň daşyndan aýlamagyň tizligi, guralyň agramyna ters proporsionaldyr. Adaty planimetrler bilen deňeşdireniňde, meýdany kesgitlemegiň wagty, takmynan, iki esse azaldýan *Şwesariýanyň “Kämelten”* firmasynyň planimetrini bellemek wajypdyr(9.5.6-njy surat). Onda, sudurlaryň daşyndan aýlanmagyň netijesi, hasap mehanizminiň tablosynda ýanýar. *Germaniýanyň “Plakom”* firmasynyň çyzykly planimetri ini  $40 \text{ sm-e}$  çenli, emma uzynlygy çäklendirilmedik sudurly şekilleri aýlamaga mümkinçilik berýär. Bu gural ölçeg birligindäki, aýlanýan suduryň meýdanyny indikatore görkezilmegi bilen birlikde, aýlanýan sudurlaryň umumy meýdanlarynyň jemini hem görkezýär.

#### 9.5.6. Terezide çekmek usuly

Agramy çekmek usuly, takyk analitiki terezileri ulanmak arkaly geçirilýär. Meýdany kesgitlenilýän ýer bölegini (uçastogyny) aňyrsy-bärisi görüňän, az deformirlenýän plastige geçirip, olary sudurlar boýunça gaýçy bilen takyk kesýärler (bölýärler) we terezilerde çekýärler. Treziniň asma daşlary hökmünde etalon sudurlary, geometriki şekillere(kwadrat, gönüburçlyk, tegelek, romb, üçburçlyk we ş.m.) bölünmek bilen alynýar. Berlen ýer üstüniň meýdany şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$P = B_s \cdot P_e \cdot B_e.$$

Bu ýerde  $P$ -ýer üstüniň böleginiň meýdany, ga;  $B_s$ -bitewi suduryň massasy, gramda;  $P_e$ -etalonyň massasy, kilogramda;  $B_e$ -etalonyň umumy meýdany, geklarda;.

Bu usulyň takyklygy mehaniki usulyň takyklygyndan pes däl, emma onuň öndürüjiligi has ýokarydyr.

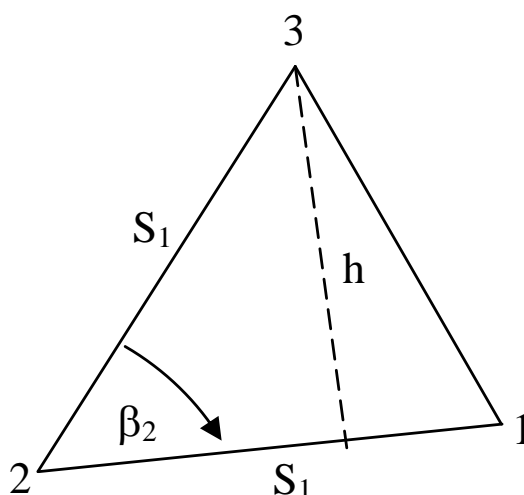
Hasaplamaga degişli mysala seredip geçeliň, eger-de  $B_s=2.34$  gram,  $P_e=1.94$  gram we  $B_e=124.45$  gektar bolsa, onda suduryň umumy meýdany şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P = 2.34 \cdot 1.94 \cdot 124.45 = 564.95 \text{ ga}$$

$P=564.95$  ga bolar.

### 9.5.7. Meýdany kesgitlemegiň analitiki usuly

Bu usul hojalyklaryň meýdanyny kesgitlemekde ulanylýar. Ýerde ölçenen çyzyklaryň ( $S$ ) we burçlaryň ( $\beta$ ) geometriýanyň, trigonometriýanyň we analitiki geometriýanyň formulalaryny (kanunlaryny) ulanmak bilen suduryň meýdany ( $P$ ) hasaplanylýar.



9.5.7-nji surat. Analitiki usul bilen üçburçlugyň meýdanyny kesgitlemek.

Üçburçlugyň meýdany, eger-de onuň iki tarapy we olaryň arasyndaky burçy belli bolsa (9.5.7-nji surat), onda şu aşakdaky formulany ulanyp kesgitlemek bolar:

$$2 \cdot P = S_1 \cdot S_2 \cdot \sin \beta_2$$

**1-nji mysal.** Eger-de  $S_1=215.2$  m;  $S_2=144.9$  m,  $\beta_2 = 60^\circ 20'$  bolsa, onda üçburçlugyň meýdany şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$2 \cdot P = 215.2 \cdot 144.9 \cdot \sin 60^\circ 20' = 27094 \text{ m}^2.$$

Kesgitlenen üçburçlugyň umumy meýdany aşakdaky ýaly bolar.

$$P = 27094 / 2 = 13547 / 10000 = 1.35 \text{ ga}.$$

Dörtburçlugyň meýdany (9.5.8-nji surat), eger-de onuň iki garşylykly burçlary ( $\beta_2$  we  $\beta_4$ ) hem-de dört tarapynyň uzynlygy ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  we  $S_4$ ) ölçenen bolsa, onda onuň umumy meýdany aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

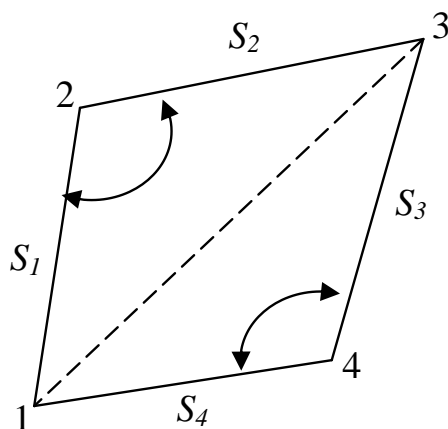
$$2 \cdot P = S_1 \cdot S_2 \cdot \sin \beta_2.$$

**2-nji mysal.** Eger-de  $S_1=455.7 \text{ m}$ ,  $S_2=480.4 \text{ m}$ ,  $S_3 = 607.0 \text{ m}$ ,  $S_4 = 781.5 \text{ m}$ ,  $\beta_2 = 109^\circ 48'$  we  $\beta_4=79^\circ 36'$  bolsa, onda dörtburçlugyň umumy meýdany aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$2 \cdot P = 455.7 \cdot 480.4 \cdot \sin 109^\circ 48' + 607.0 \cdot 781.9 \cdot \sin 79^\circ 36' = 672571 \text{ m}^2$$

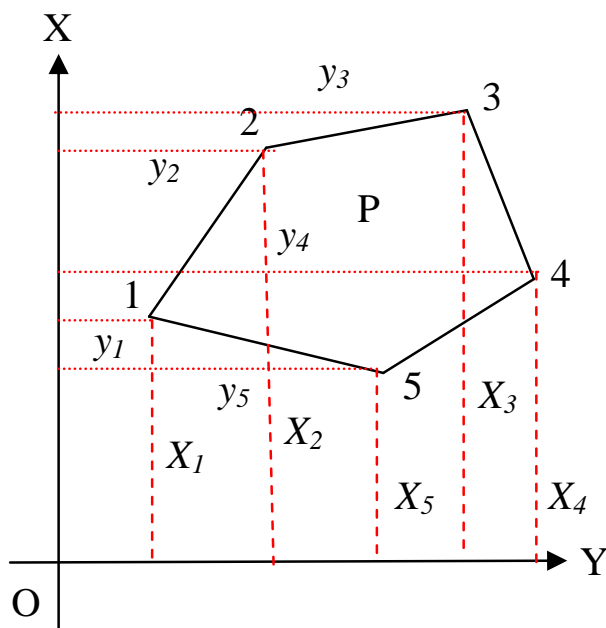
Dörtburçlugyň umumy meýdany aşakdaky ýaly bahany alýar:

$$P = 672571 / 2 = 336235.5 / 10000 = 33.63 \text{ ga}.$$



9.5.8-nji surat. Dörtburçlugyň meýdanyny analitiki usul bilen kesgitlemek.

Eger-de meýdany kesgitlenilýän sudur alty burçdan köp bolsa, onda suduryň meýdanyny, onuň daş töweregindäki nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary ýa-da çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasy boýunça hasaplamak amatly bolýar.



9.5.9-njy surat. Analitiki usul bilen köpburçlugyň meýdanyny kesgitlemek.

Ýapyk poligonly ýer uçaşogynyň umumy meýdanyny kesgitlemegiň formulasyny getirip çykarmak üçin, başburçlugy alalyň (9.5.9-njy surat). Bu 1-2-3-4-5 ýapyk poligonyny meýdanyny, trapesiýalaryň meýdanlarynda aňlatmak bolar. Olaryň esaslary hökmünde, absissa okunuň bahalary, ordinata oklaryň bahalarynyň tapawudy bolsa, trapesiýalaryň beýiklikleri bolup hyzmat edýär. Poligonyny meýdanyny, onuň çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça hasaplamak aşakdaky formula ulanylýar:

$$S_{1-2-3-4-5} = \frac{x_1 + x_2}{2 \cdot (y_2 - y_1)} + \frac{x_2 + x_3}{2 \cdot (y_3 - y_2)} + \frac{x_3 + x_4}{2 \cdot (y_4 - y_3)} - \frac{x_4 + x_5}{2 \cdot (y_5 - y_4)} - \frac{x_5 + x_1}{2 \cdot (y_5 - y_1)};$$

Bu ýerde  $x_1, x_2, x_3, x_4$  we  $x_5$  - nokatlaryň absissa oky boýunça bahalary, metrde;  $y_1, y_2, y_3, y_4$  we  $y_5$  - nokatlaryň ordinata oklary boýunça bahalary, metrde.

Şu aňlatmany üýtgedenden, gysgaldandan hem-de  $x$  we  $y$  oklary boýunça toparlandan soňra aşakdakyny alarys:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n (x_n + x_{n+1}) \cdot (y_{n+1} - y_n)$$

ýaýy açyp, çalyşygy geçirip alarys:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot (x_{n-1} - x_{n+1}); \quad 2 \cdot S = \sum_{i=1}^n x_n \cdot (y_{n+1} - y_{n-1}).$$

Formuladan görnüşi ýaly, nokatlaryň koordinatlarynyň absissa we ordinata oklary boýunça tapawutlarynyň jeminiň nola deň bolmagy zerur.

9.5.5-nji tablisa

**Suduruň meýdanyny gönüburçly koordinatlary boýunça kesgitlemek**

| Nokatla-<br>ryň<br>tertibi   | $x_n$   | $y_n$   | $x_{i-1} - x_{i+1}$ | $y_{i+1} - y_{i-1}$ | $y_1 (x_{i-1} - x_{i+1})$ | $x_1 (y_{i+1} - y_{i-1})$ |
|--|---------|---------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1  | 2       | 3       | 4                   | 5                   | 6                         | 7                         |
| 1  | +735.41 | +811.28 |                     |                     |                           |                           |
| 2  | +370.50 | +725.16 | +405.71             | +221.12             | +329144                   | +162614                   |
| 3  | +341.07 | +402.86 | +394.34             | -408.42             | +285960                   | -151320                   |
| 4  | +657.53 | +277.26 | -287.03             | -447.90             | -115633                   | -152765                   |
| 5  | +776.21 | +504.04 | -435.14             | +101.18             | -120647                   | +66529                    |
| 1  | +735.41 | +811.28 | -77.88              | +534.02             | -39255                    | +414512                   |
| 2  | +370.50 | +725.16 | +800.05             | +856.32             | +615104                   | +543655                   |
|  |         |         | -800.05             | -836.32             | -275535                   | -304085                   |
|  |         |         | 0.00                | 0.00                | +339569                   | +339570                   |
| $P = (339569 + 339570) / 2 = 169785 \text{ m}^2 / 10000 = 16.98 \text{ gektar}; P = 16.98 \text{ ga.}$ |         |         |                     |                     |                           |                           |

Poligonyny meýdanyny koordinatlar artmasy we nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça hasaplamak üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot (x_{n-1} - x_{n+1}) \text{ ýa-da } 2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot (x_{n-1} - x_{n+1}).$$

Poligonyň meýdany 200 ga çenli bolnda koordinatlary 0,1 m, emma ondan uly bolsa 1 m-e çenli takyklykda tegelekläp, meýdany kesgitlemek bolar.

Meýdany kesgitlemegiň barlagyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen geçirmek bolar:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n y_n \cdot x_{n-1} - \sum_{i=1}^n x_{n+1} \cdot y_n.$$

Poligonyň meýdanynyň, ony çäklendirýän nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça hasaplanyşyna degişli mysaly 9.5.5-nji tablisadan görmek bolar.

$$P = (339569 + 339570) / 2 = 169785 \text{ m}^2 / 10000 = 16.98 \text{ gektar}; P = 16.98 \text{ ga}.$$

Meýdany analitiki usul bilen hasaplamakda *EHM-leri* ulanmak has hem amatlydyr. Meýdany çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasy boýunça hasaplamagyň **BASIC** dilinde düzülen programmasy şu aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 rem "Köpburçlugyň meýdanyny hasaplamak"
20 input "Nokatlaryň sanyny giriziň"; N
30 dim D(N), DY(N), X(N), P(N), P1(N)
40 for I=1 to N:input DX(I):next I
50 for I=1 to N: input DY(I):next I
60 for I=1 to N: input X(I):next I
70 for I=1 to N:P(I)=DY(I)*X(I+1)
80 P1(I)=DY(I)*X(I):P1(I)=DX(I)*P1(I)
90 dp(I)=P(I):ds(I)=DX(I)-dp(I)
100 if abs(ds)<=0.09 then 130
110 if abs(ds)> 0.09 then print "Nokatlaryň koordinatlaryny barlaň":end
120 next I
130 P=0:P1=0
140 for I=1 N:P=P+P(I):P1=P1+P1(I): next I
150 S=(P+P1)/2/10000
160 print "Suduruň meýdany"
170 print using "S=#####.###";S;"Gektar"
180 end
```

Suduruň meýdanyny onuň depeleriniň gönüburçly koordinatalary boýunça hasaplamagyň *programmasy* şu aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 rem "Suduruň meýdanyny hasaplamak"
20 input "Nokatlaryň sanyny giriziň"; N
30 dim X(N+2), Y(N+2)
40 for I=1 to N:input X(I):next I
50 for I=1 to N:input Y(I):next I
60 X(N+1)=X(1):Y(N+1)=Y(1)
70 X(N+2)=X(2):Y(N+2)=Y(2)
```

```

80 for I=1 to N+2:dy(I)=Y(I+1)-Y(I):next I
90 for I=1 to N+2):P(I)=dy(I)*X(I+1):next I
100 for I=1 to N+2:P1(I)=dy(I)*X(I):next I
110 for I=1 to N+2:dx(I)=X(I+1)-X(I):next I
120 for I=1 to N+2:K(I)=dx(I)*dy(I):next I
130 for I=1 to N+2:K1(I)=P(I)-P1(I):next I
140 H=0:K=0:T=0
150 for I=1 to N+1:H=N+P(I)
160 K=K+P1(I):T=T+K(I):next I
170 DH=H-K:M=DH-T
180 if abs(M)<=1.5 then 200
190 if abs(M)>1.5 then print "Nokatlaryň koordinatlary ýalňyş":end
200 S=(H+K)/2/10000
210 print "Suduryň umumy meýdany"
220 print using "S=#####.###";S:"Gektar"
230 end

```

Analitiki usuly bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň takyklygy, meýdanda geçirilýän ölçegleriň takyklygyna bagly bolýar. Diýmek, meýdany kesgitlemegiň takyklygy ýerde çyzyklaryň we gorizonta burçlaryň ölçenip alnys takyklygyna garaşlydyr.

Tehnikanyň ösmegi geodeziýada hasaplamak işlerini geçirmegi awtomatizasiýalaşdyrmaga, onuň bolsa elektronly hasaplaýyş maşynlaryny, sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemekde ulanmaga mümkinçilik berýär. Bu bolsa täzeden-täze geodeziki gurallary oýlap tapmagy, hasaplaýyş işleriň ondürjiligin ýokarlandyrmagy talap edýär. Standart fototelegraf enjamlary, fotoelektron planimetrleri ulanmak oňat netijeleri berýär.

## IX.6. ELEKTRON SANLY KARTALAR WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI

### 9.6.1. Umumy düşünje

Kartalary işlemegin esasy serişdesi hökmünde ulanýan hünärmenler köpdür. Kartalar hünärmenlere, şekillendirýan territoriýa barada ýeterlik we doly maglumat almaga mümkinçilik berýär. Kartalary ulanýan hünärmenler hökmünde: harby gullukçylary, jaý, senagat, ýol we ýer gurluşykçylaryny, geodeziýaçylary we ş.m. görkezmek mümkin. Ýol teswirleýjileriň we gurujylaryň kartalary ulanyşyna mysal edip, käbir işlerine seredip geçeliň. Ýol gurujylar iki sany ilatly punktlarynyň arasyndan ýol geçirmek maksady bilen kartadan ýoluň birnäçe mysaly ugurlaryny saýlaýarlar. Berlen ugurlar boýunça tehniki we ykdysady hasaplamalary geçirmek bilen taslamalar düzülýär. Alnan ugurlaryň içinden amatly we ykdysady taýdan arzan düşýänini esas diýip alýarlar. Hünärmenler hasaplamalaryň üsti bilen ýer üstüniň relýefini (geçýän ýoluň ugrundaky ýer üstüniň beýikli-pesligini) we topragyň işlenmeli ýerlerini, gurmakda toprak işleriniň göwrümini, berlen ugur boýunça aýyrmaly ösümlük örtügiň möçberlerini, ekerançylyk maýdanlarynyň näçesiniň üstünden geçýänligini we beýleki häsiýetlerini hasaba alýarlar. Hasaplamak üçin maglumatlary topografiki ýa-da beýleki takyk kartografiki önümlerden almak mümkin (9.6.1-nji surat).

Sanly kartalaryň döremeginiň sebäplerine göz ýetirmek üçin ýene-de bir *mysala*, *ýagny radiotelefon* aragatnaşyk stansiýasynyň täsir edýän zonasynyň kesgitlenişine seredip geçeliň. Radiotelefon aradatnaşyk stansiýalarynda ulanylýan radio, şöhleleri özleriniň ýaý-raýyş diapazony boýunça gönüçyzyklydygy bilen tapawutlanýar. Şonuň üçin ýolda peýda bolýan islendik päsgelçilik onuň ýaýra-ýyş tizligini we mukdaryny peseldýär. Diýmek, radiostansiýanyň göýberýän antenasyny gurmak üçin amatly beýik ýerleri saýlap almak zerur. Işi amala aşyrmakda şu ýeriň topografiki kartasynda guruljak antenanyň töwreginde ýerleşýän şäherçäni, jarlary, beýik agaçlyklary (baglary), binalary we ş.m. analizlemek zerurdyr. Topografiki kartasyňa gözegçilik etmek bilen “*radiokölegäni*” çyzmak, çyzylan *kölege* boýunça radio şöhleleriniň nähili ýaýrajakdygyny we nirede päsgelçilikleriň boljakdygyny kesgitleäris. Bu işi ýerine ýetirmek üçin köp zähmet çekmelidigini bellemek wajypdyr.

Häzirki wagtda ylmyň we tehnikaýyň ösen döwründe takmynan, her bir öýde diýen ýaly kompýuterleriň bar bolan ýagdaýynda el bilen mikrokalkulýatory ulanyp hasaplama geçirmegi we alnan netijeler boýunça kartografiki önümi gurmaklygy buýurmaklyk nädogry bolar. Hasaplamalary geçirmekligi we önümi gurmaklygy amatlylyk bilen kompýuterde ýerine ýetirmek mümkin. Onuň üçin biz kartadan hasaplama işlerini geçirmek maksady bilen, ýer üsti baradaky maglumatlary mahsus kartografiki çeşmelerinden almaly bolýarys. Alynýan maglumatlara: ýoluň ýakasynyň absolýut beýiklikleri, giňişlik ýerleşmegi, ýer üstüniň ösümlük örtügi, ilatly punktlarynyň ýerleşiş ýagdaýlary, ýer asty suwlaryň derejesi we başgalar degişlidir. Şeýle maglumatlary kompýuteriň ýadyna girizmek ýene-de adamyň boýnuna düşýär.

Eger-de kompýuteriň özi kartany okasa hem-de şekillen-dirilýän ýer üstüni derňese nähili bolarka? Şu pikire ilkinji bolup harbylar gelenler. Kartalary okaýan kompýuterleriň döremegi raketalary we öz-özünden nyşanlanýan ýaraglary dolandyrmakda ajaýyp amatlylyklary dörettdi. Harbylardan soňra, şeýle pikire raýat hünärmenleri hem gelipdirler. Ine şu ýerden hem maşyn kartografiýa-synyň we *geoinformatikanyň* gözbaşy gelip çykýar.

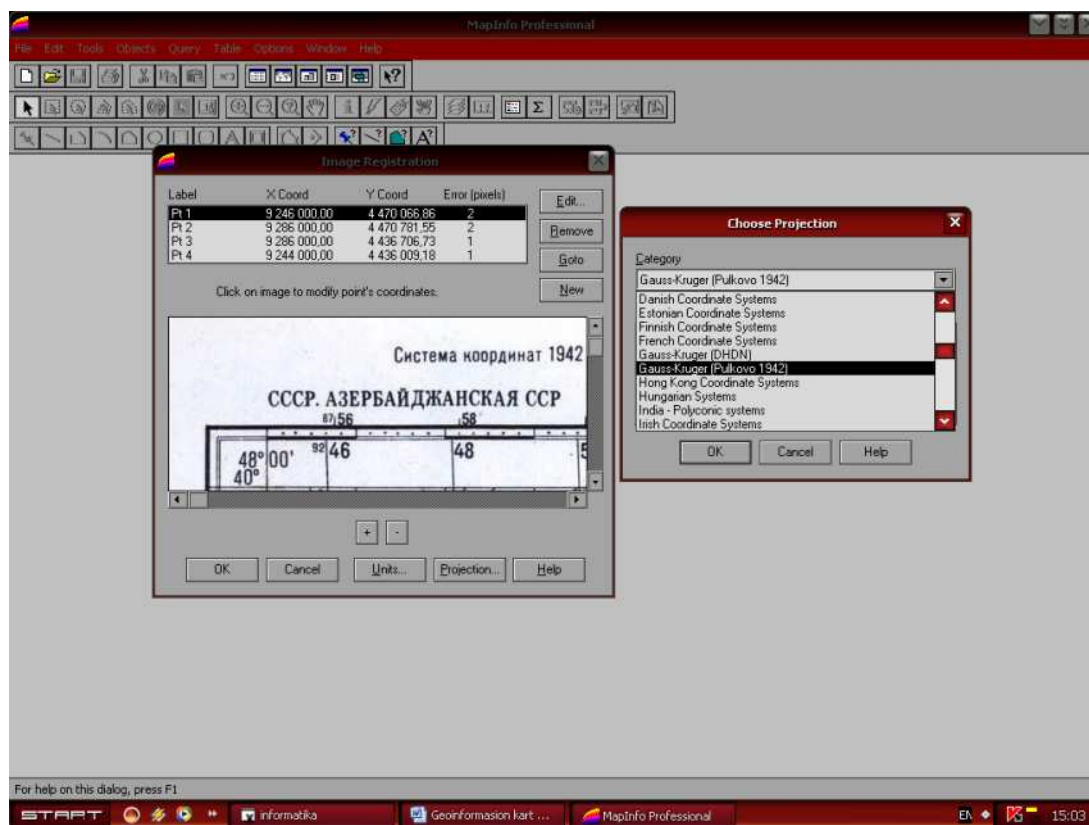


9.6.1-nji surat. Topografiki kartanyň rastr formaty.

Durmuşda sanly kartalaryň ilkinji ulanylýan ýerleriniň ýene-de biri hökmünde, çylşyrymly we ägirt uly meseleleriň çözgüdini tapmagy awtomatizasiýalaşdyrmak pudagyny bellemek bolar. Sanly kartalaryň ulanylýan ýerleri diýseň çäklendirilmedikdir. Olar: binalary proýektirlemekde, gurmakda we oňa gözegçilik etmekde, ulag we aragatnaşyk nawigasiýaly hereketleri dolandyrmakda, daşky gurşawy goramakda adatdan daşary ýagdaýlary oňynlyk bilen çözmekde, ýer üstüniň, tebigy serişdeleriniň kadastryny amala aşyrmakda we beýleki işlerde giň gerim bilen ulanylýar.

Sanly kartalary döretmegiň *ikinci ugry* bu islendik hadysany ýa-da ýagdaýy guramaçylykly görkezmek meselesidir. Bu mesele hem öz gözbaşyny harby hereketler bilen baglanyşykly bolan işlerden alyp gaýdýar. Dürli kinofilmlerden we edebi çeşmelerinden bilşimiz ýaly, goşun ştablarynda saklanýan ägirt kartalary, olarda bolsa söweş meýdanlarynyň çägi, ýüzlerçe kilometr uzynlykly frontuň ýagdaýy suratlandyrylýar. Frontuň ýagdaýynyň elmydama üýtgäp duran-dygy sebäpli, kartany yzygiderli çyzyp, onuň mazmunyny täzeläp durmak zerurlugy ýüze çykýar. Durmuşda bu işi ýerine ýetirmek köp wagtyň sarp edilmegi bilen baglanyşyklydyr. Eger-de ýagdaý her minutda üýtgäp durýan bolsa (ýagny howa hüjümini serpikdirmekde), onda serkerdeleriň dessine belli netijelere gelmegi zerur ähmiýete eýedir. Hiç bir kartografyň ýa-da hünärmeniň talap edilýän tizlik bilen karta şertli belgileri geçirmäge ukyby ýokdur.

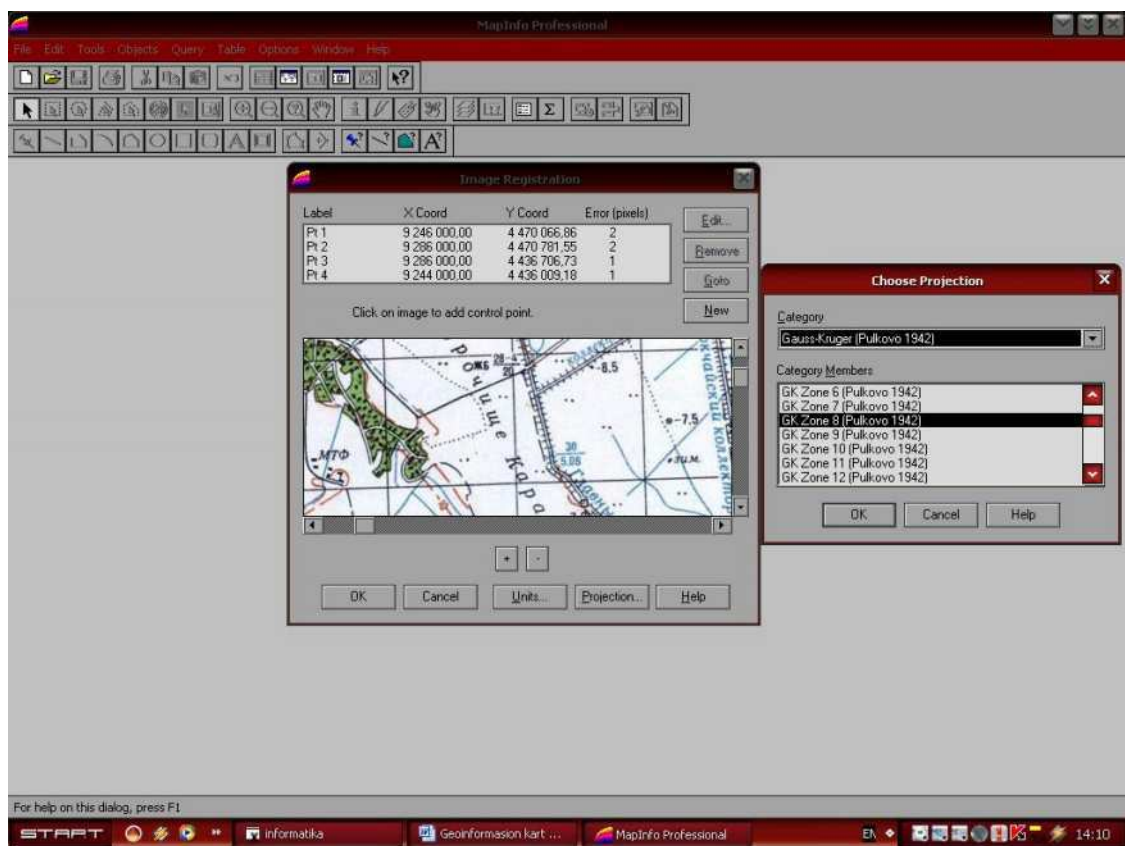
Emma käbir ýagdaýlarda guramaçylykly maglumatlaryň, awtomotizirlenen ulgamlarda ýygnaýan informasiýalaryň sanly görnüşde alynmagy mümkin. Ine, şu ýerde aýratynam sanly kartalaryň gerekdigi ýüze çykýar. Displeýiň ýaýlymynda, oňaly amatlylyk we çaltlyk bilen täze berlenleri karta geçirip, köne şertli belgileri bolsa ondan aýryp bileris. Eger-de maglumatlar kodirlenen gönüşinde bolsa, onda işi amala aşyrmak ondan hem aňsat bolar. Ýagny kartanyň öwürşgününde öz-özünden dürli görnüşli obýektler döräp hereket edip başlar (9.6.2-nji surat).



9.6.2-nji surat. GIS MapInfo programasynda topografiki kartanyň wektora öwüriliş pursady.

Maglumatlary guramaçylykly şekillendirmek diňe bir harby gullukçylara gerek bolman, eýsem halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin hem zerur. Hazirki günde islendik hereket ediş serişdeleriniň tizlikleriniň has ýokarlanmagy, olary gözegçilikde saklaýan aeroportlaryň dispetçerlerine, raýat goranyş gullugynyň şeýle-de beýleki birnäçe edaradyr kärhanalaryň hünärmenlerine sanly kartalar möhüm dolandyryş serişdesi bolup biler.

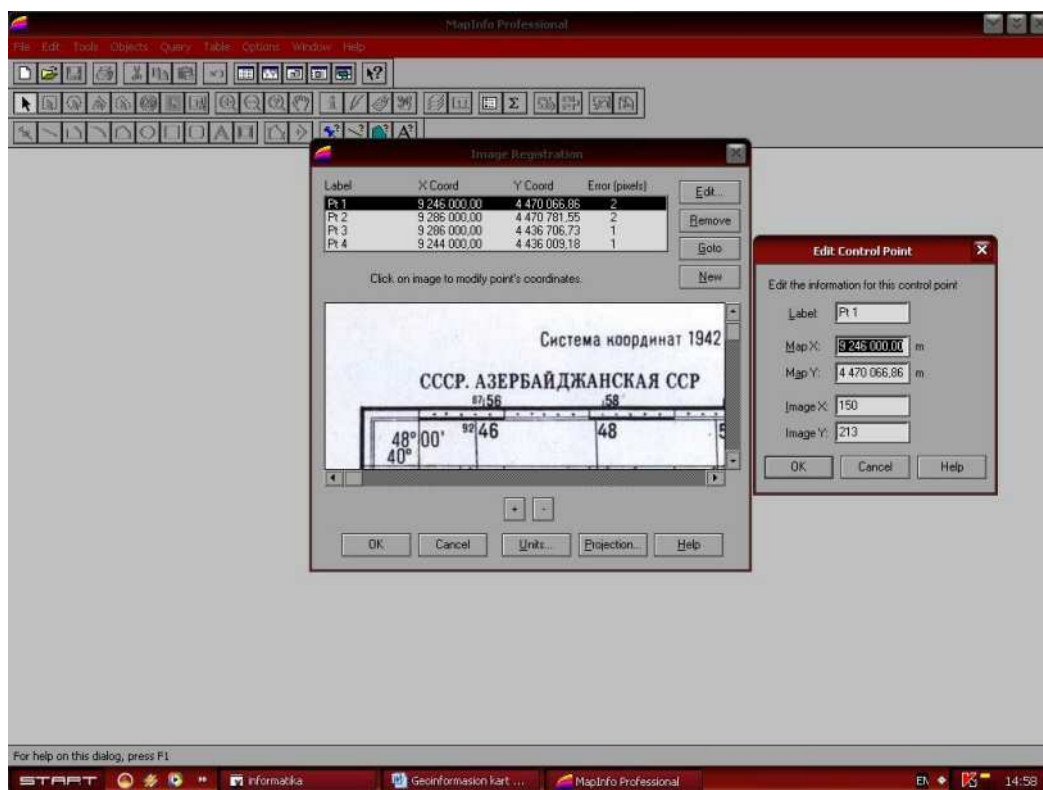
Mydama üýtgäp durýan hadysalar bilen baglanyşykly sanly kartalaryň ulanylýan ugurlarynyň *üçünji tarapy* hem bar. Sadaja kartalary çap etmek örän köp zähmeti talap edýär. Öňler şekillendirilýän ýer üstüniň elementlerini el bilen geçirmek talap edilýärdi. Soňra karta täzeden çap edilende, ýeriň üstünde geçen üýtgemeleri el bilen girizmek gerekdi. Emma sanly kartalaryň bolmagy bu hadysany awtomatiki ýagdaýda geçirmäge mümkinçilik berýär. Karta dessine çap etmeklige taýýar bolýar. Kartografa bolsa displeýiň ýaýlymynda diňe alnan şekili arassalap, düzetmek meselesi galýar.



9.6.3-nji surat. Topografiki kartasynyň nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça wektorlaşdyrylýan pursady.

Ine şu üç ugur boýunça *geoinformatika* ulgamy halk hojalygynyň dürli pudaklaryna we ylma ornaşyp başlady(9.6.3-nji surat).

Geinformatikanyň täze pudagy çözülmegi ýeňil bolmadyk meseleleri ýüze çykarýar. Olaryň ilkinjisi bolup, kartany maşyna okatmagy öwretmek meselesidir. Onuň üçin kartany *EHM-iň* ýadynda ýerleşer ýaly görnüşe geçirmek we bar bolan maşyn operasiýalarynyň esasynda barlamaga elýeterli bolmagyny üpjün etmek zerurdyr. Işi ýerine yetirmekde adamyň kellesine gelen ilkinji pikiriň biri hem ýer üstüniň sudurlaryny, maşynyň kabul etjek derejesine getirmek, ýagny kartadaky ýer üstüniň obýektlerini nokatlaryň gönüburçly we geografiki koordinatlar tory görnüşinde aňladylmagydyr. Bu bolsa, her bir nokadyň degişli reňki bilen kodirlenmegine sebäp bolýar we kodlary yzygiderlikde *EHM-leriň* ýadyna girizmekligi talap edýär. Işi ýerine ýetirmek kyn düşmez, häzirki wagtda şeýle operasiýany sanlyja minutda amala aşyryan skanirleýji (göçüriji) gurallaryň dürli kysymlylary önümçilikde ulanylýar. Kibernetikler näçe synanyşsalar-da, dürli reňkli nokatlaryň toplumynyň üsti bilen(bu karta *rastrly kartalary* diýilýär) *EHM-lere* kartalarda şekillendirilen obýektleri özbaşdak derňedip bilmeýärler. **Rastr kartalary** adaty harby howa, raýat awiasiýasynyň uçarlarynyň we deňiz gämileriniň hereketlerini dolandyrmakda ulanylýar(Rastr – “*rastrum*” latyn sözi bolup, türkmen diline “*çuňlandyrylan, oýulan, dyrnalan*” diýen manylarda alynýar).



9.6.4-nji surat. Topografiki kartasyny wektor görnüşine öwürmekde gönüburçly koordinatlaryň giriziliş pursady.

Kartanyň sanly keşpi onuň mazmunynyň maşynlar tarapyndan iň amatly okalmagyny üpjün etjek derejesine çenli kämilleşdirilen görnüşidir. Onuň üçin, ýer üsti baradaky geoinformasiýalaryň ählisini grafiki görnüşden sanlara geçirmelidir. Bu bolsa kartany şekillendirmegiň esasynda *EHM-lerde* görkezilen ähli obýektleriň sanawyny, şeýle-de olaryň (meselem, derýa, bina, ýol we ş.m.) her biriniň sypatyny häsiýetlendirýän koduny we olaryň koordinatlaryny kesgitleýän sanlary almaklygy talap edýär (9.6.4-nji surat).

Şu ýerde ilkinji kynçylyk ýüze çykýar, eger-de obýekt ölçegi boýunça kiçi we dogry şekilli bolsa, onda onuň ýagdaýyny bir jübüt koordinatlar bilen geçirmek mümkin. Emma kartadaky obýekt has uly(meselem, derýa, gyrymsy baglyk, ekerançylyk meýdanlary) we *uzyn, egrem-bugram* görnüşli bolsa, onda bu ýagdaýda nätmeli? Onuň üçin obýektiň kodundan soňra derýanyň ýagdaýyny häsiýetlendirýän *uzyn zynjyrly* koordinatlaryň hataryny girizmeli bolýars. Sanly kartada şekillendirilýän obýektiň meňzeşligini we takyklygyny saklamak maksady bilen nokatlar toplumuny *EHM-leriň* ýadyna girizýärler.

Sanly kartany düzmekde başga-da birnäçe meseleler ýüze çykýar we olaryň çözgüdi tapylýar. Netijede şu günki günde *wektor görnüşli sanly* diýlip atlandyrylýan *wektor kartalary* döredildi. Bu kartada obýektleriň belgilenmegi anyk düzgünler esasynda geçirilen öz kodlary we koordinatlar boýunça alynýar.

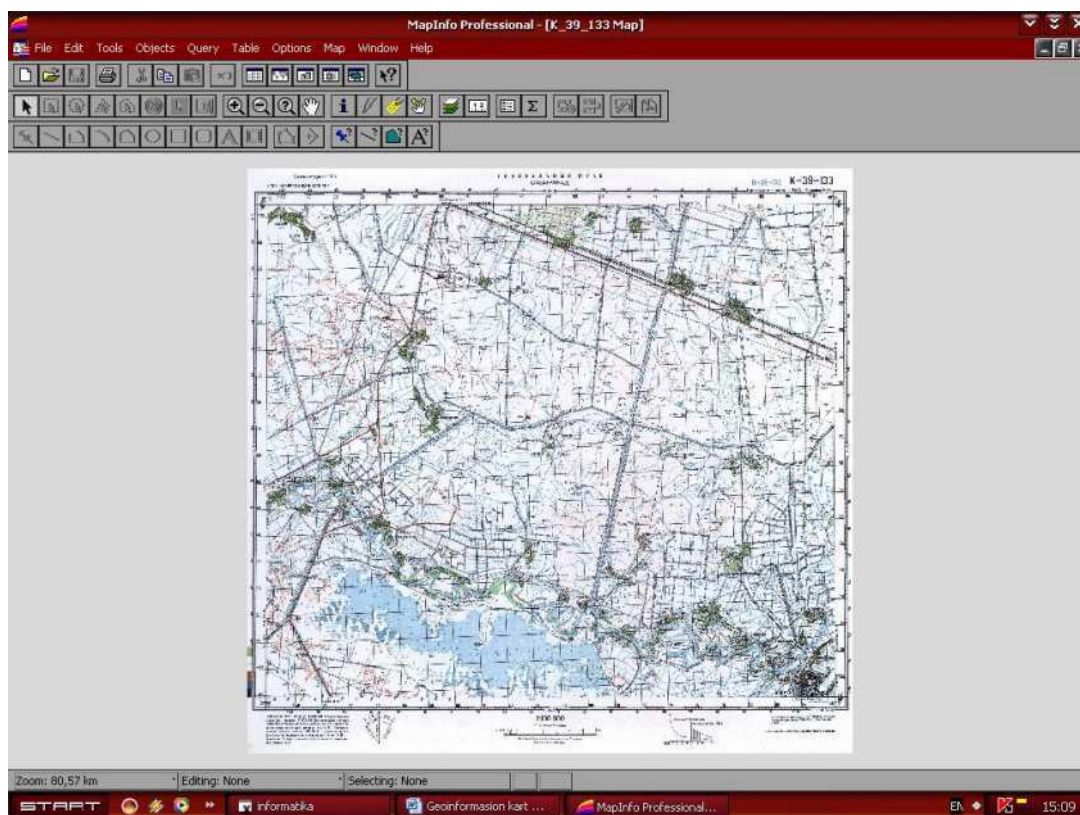
*Wektor kartasynyň* obýektleriniň koordinatlarynyň berliş usulyna baglylykda *nokatlanç*(bir jübüt koordinatlaryň üsti bilen berilýän obýektler), *çyzykly* (onuň traýektoriyasynyň gurulmagy üçin koordinatlaryň hatary gerekdir) we *meýdanly* (bu obýektleri geçirmekde koordinatlaryň hatary zerurdyr) görnüşinde bolýar.

“Sanly kartada nähili obýektler görkezilýar?” diýeniňde, bu onuň nähili meseleri çözüändigine baglydyr. Bize ilatly punktlarynyň arasyndaky iň gysga aralyk gerek bolsun diýeliň. Onuň üçin ilatly punktlardan we ýollardan ybarat bolan *sanly kartany* almak ýeterlikdir. Emma has çylşyrymly meseleleri çözmek üçin ýeriň üsti barada doly maglumatlary saklaýan sanly kartalary ulanmak amatly. Dürli *görnüşli sanly* kartalarda saklanylýan maglumatlaryň mazmuny, şol bir masştably adaty kagyz kartalary bilen deňeşdireniňde takmynan, bir-birine meňzeşdir. *Wektor kartalarynyň* masştablarynyň görnüşleri, özleriniň gurluşy boýunça, şu masştably kagyz kartalaryna ýakyndyr. Sanly kartalarda masştab düşüňjesini, onuň kiçeldiş derejesi boýunça almak manysyzdyr. Kartanyň masştabyny *EHM-iň* ýadynda saklanylýan nokatlaryň koordinatlaryny degişli ulaldyş koeffisiýentine köpeltmegiň netijesinde kesgitlemek bolar.

Eger-de kimde-kim adaty topografiki karta bilen işläp gören bolsa, onuň örän çylşyrymly önümdigini bilýändir. Adatça şular ýaly kartanyň bir sahypasy onlarça mün obýektleriň şekillerini özünde jemleýär. Haýsy hem bolsa bir masştably ýer üstüniň doly sanly kartasy, öz gezeginde olaryň her biriniň, yzygiderlikde münlerçe köp belgili sanlaryny saklamagy mümkin.

Ilkinji gezek sanly kartalary planşet - kodirleýjilerinde taýýarlapdyrlar. Bu planşet sanlaşdyryş gurluşy bolup, onda kursory goýlan obýektleriň daşyndan

aýlaýarlar we şu obýektiň daş töwereginiň geografiki ýa-da gönüburçly koordinatlary awtomatiki ýagdaýynda kompýuteriň ýadyna girizilýär. Şu usulyň kömegi bilen sanly kartany döretmek adaty ýagdaýlarda ýarym ýyla ýakyn wagt gerek bolýar.



#### 9.6.5-nji surat. 1:100000 masştably topografiki wektor kartasy.

Kynçylygy aradan aýrmak üçin *wektorlaýjy-maksatnamalar* döredildi. Ýokarda *rastr kartalar* (9.6.5-nji surat) barada ýatlap geçipdik. Wektorlaýjylar rastrda saklanylýan çyzyklary we tegmilleri, koordinatalaryň yzygiderligi görnüşinde tapawutlandyrmaga ukyplydyr. Gerek bolan ýagdaýynda bu çyzyklaryň we tegmilleriň nämäni aňladýandygyny görkezmek üçin belgilemegi geçirmek mümkin. Wektorlaýjylar hünärmenleriň elinden köp işleri aldy (Şeýle-de sanly kartalary doly düzgünler boýunça döretmek, diňe adama başardýar).

Sanly topografiki kartalaryň kömegi bilen aragatnaşyk ýollary we çyzyklary(elektrik, turbaly we ş.m.), senagat kärhanalary we beýleki binalary geçirmek, olary teswirlemek has-da amatlydyr. Olarda ýokarda agzalan desgalary tesweirmek bilen baglanyşykly alnyp barylýan hasaplar awtomatiki usulynda geçirilýär. Şeýle-de sanly kartalary *tebigy*, we *antropogen* hadysalaryň ösüşüni modelirlmekde, adatdan daşary ýagdaýlaryň derejesini analizlemekde we olary aradan aýrmak meselelerini çözmekde hem giňden ulanylýar.

Sistemada köp sanly kartografiki proyeksiýalary ulanylýar. Olary dürli kartalary döretmekde ulanmak mümkin. Proyeksiýalar sada ýazgylý(tekstli) formatlarda berlip, öz proyeksiýaňda kartalary döretmek mümkinçiligini hem

döredýär. MapInfo 4.0 neslinden başlap erkin ellipsoidiň we öz çyzygyňy döretmegiň parametrlerini bermek mümkinçiligi göz önünde tutulandyr. MapInfo kartalary çarçuwadan daşary bezemek (meselem, legendasyny) üçin baý mümkinçilikleri alýar.

Amaly meseleleri çözmekde sanly kartany ulanmagyň maksatnama serişdeleriniň toplumy, olary düzmek bilen bileikde alynmagyna *geoinformasion sistemasy (GIS)* diýilýär. Şu günki günde geoinformasion ulgamy giň goldaw tapdy. Häzirki döwürde dünýäniň aglaba ýurtlary özleriniň geoinforasion ulgamyny döretmek bilen meşgullanýarlar. Şu maksatlar bilen meşhur kompaniýalar, geoinformasion ulgamyny döretmek we kämilleşdirmek bilen meşgullanýarlar. Şu kompaniýalar hem kartany düzmekde ulanylýan programmalary taýýarlamaga we sanly kartalary döretmäge ýöriteleşýärler. Şonuň bilen birlikde ýeriň üsti barada maglumatlaryň üstünde işlemegiň netijesinde Ýeriň şekili we onuň ölçegleri babatynda köp sanly ylmy - barlag, amaly meseleleri hem çözüýärler.

**Geoinformasiýa sistemasynyň** awtomatizasiýalaşdyrylmagynyň netijesinde sanly kartalaryň çalt we amatly ulanylmagy ulgamyň daşky gurşaw baradaky dürli görnüşli maglumatlary özünde jemlemek we kadalaşdyrmak ukybynyň bolmagyna hem esas döretdi. Bu oňynlyk kartalaryň zerurlygy bilen birlikde häzirki zaman geoinformasion jemgyýetiniň artykmaçlygy bolup durýar. *GIS* tehnologiýasynyň dürli sebitlerde giň gerim bilen ulanylmagyna getirdi. Sanly kartalar: döwlet we ýerli dolandyryş guramalarynda, ýeri ulanyjylary meýilnamalaşdyrmakda, dolandyrmakda, şäherleri abadanlaşdyrmakda, dürli serişdeleri gurnamakda, oba hojalygynda, ýollary, turbaly geçirijileri proýektirlemekde, daşky gurşawa tehnogen hadysalarynyň täsirleriniň monitoringini geçirmekde, bahalanyşynda, dürli görnüşli ýer serişdelerini satmak üçin bahalamak işlerinde, wagtlaýyn ulag serişdeleriniň akymyny dolandyrmakda, demografiki ýagdaýlary seljermekde we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar. Olar şonuň ýaly-da adatdan daşary ýagdaýlary: awariýalary, ýangynlary, jenaýatçylary guramaçylykly agtarmakda we beýleki ýerlerde has ösen döwletlerde giň gerim bilen peýdalanylýar.

*GIS-niň* beýleki awtomatizirlenen informasiýaly sistemalaryndan artykmaçlygy, onuň *geoinformasiýaly esasy*nyň, ýagny ýeriň üstündäki obýekt we obýektler toplumy barada gerek bolan maglumatlar ýygýndysyny berýänligindedir. Geoinformasion sistemasy esasy aşakdaky häsiýetleri boýunça:

- ýeriň üstündäki obýektleri bir-birine takyk baglanyşdyrmak, saklanmaga mynasyp maglumatlary saýlamak we olary umumylaşdyrmak (giňişligiň ýäke-täk salgysyny bermek);

- netijäni kabul etmek üçin maglumatlaryň dolulygynyň we aýdyňlygynyň bolmagy;

- hadysalaryň ýagdaýlarynyň dinamikasynyň modelirlen-meginiň mümkinçiliginiň bolmagy;

- ýeriň çäginin aýratynlyklary bilen baglanyşykly mysallaryň çözgüdini awtomatizasiýalaşdyrmak mümkinçiliginiň bolmagy;

-adatdan daşary hadysalary çalt we guramaçylykly derňemek mümkinçiliginiň bolmagy bilen tapawutlanýar.

### 9.6.2. Elektron kartalarynyň gurluşy

Wektor ýa-da rastr kartasy maşynly göterijilerinde (meselem, optiki disklerde), programmasy we kartografiýa proyeksiýasynda ulanmagyň tehniki serişdeleri arkaly döredilýär. Şonuň ýaly-da sanly kartalary ýeke-täk koordinatlary, beýiklik sistemaly, gerek bolan mazmunyny geçirýän şertli belgiler ulgamynda düzülýär. Bu kartalar ýörite (statistiki) maglumat esasly bolup, onuň bolsa analizlemäge, modelirlenmäge, şonuň ýaly-da maglumatly we hasaply mysallary çözmege diýseň amatly şertleri döretmegini bellemek wajypdyr.

**Sanly kartalar** - ýer üstüniň sanly modeli bolup, berlen proyeksiýa üçin kabul edilen kartografiýa generalizasiýasynyň kanunlarynda, grafalara bölmekde, koordinatlar, beýiklik we şertli belgiler ulgamynda döredilýär (9.5.5-nji surat).

Elektron we sanly kartalar görnüşündäki kartografiki önümleri dürli görnüşli senagat önümçiligini, ulaglary we oba hojalygyny guramaçylykly dolandyrmaga amatlydyr. Şonuň ýaly-da bu kartalar ýörite hadysalary seljermekde, material we tebigy serişdeleri ulanmagy maksatnamalaşdyrmakda, gazma baýlyklary gözlemekde, ekologiki ýagdaýlaryň monitoringini geçirmekde, adatdan daşary ýagdaýlaryň çözgütlerini tapmakda we beýleki birnäçe meseleleri çözmekde giňden ulanylýar.

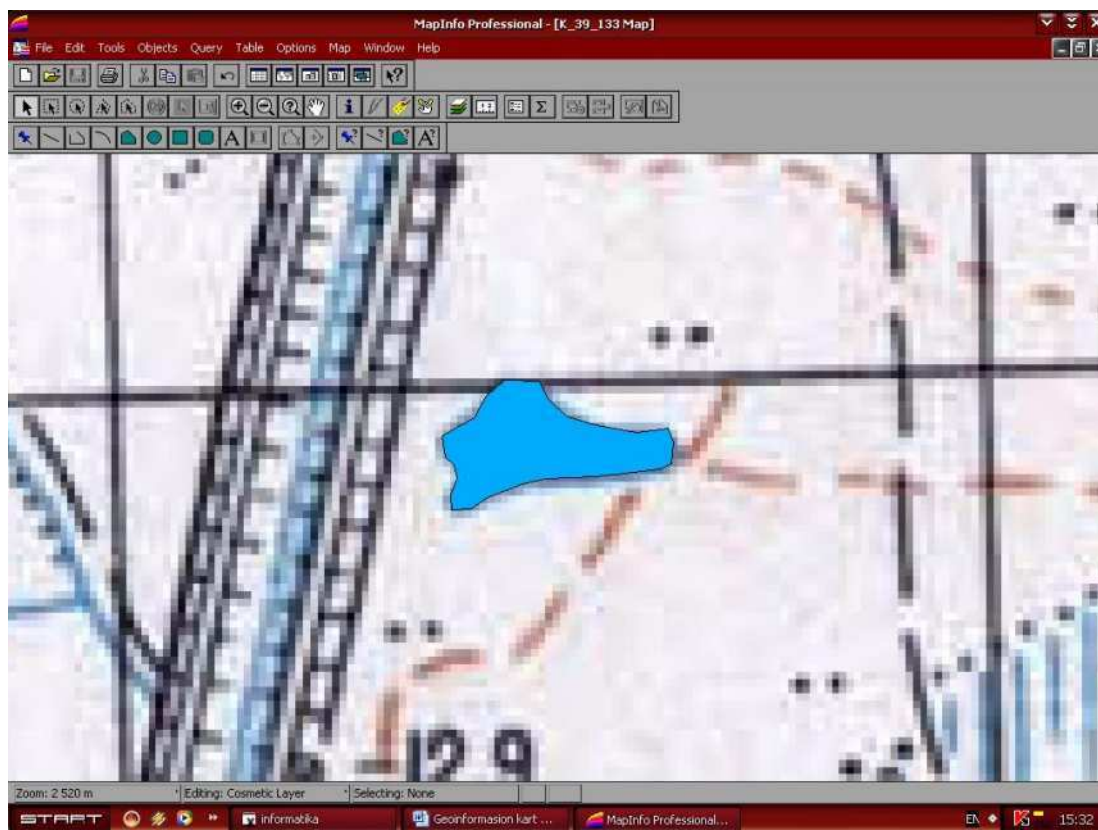
Kartografiki üpjünçiligiň bu serişdesi ýeriň üstündäki ýerleşen nokadyň daş töweregindäki elementler barada(meselem, ilatly ýaşaýaýş ýerleriniň gürlügi, derýa we ýol torlarynyň gürlügi, dürli topardaky obýektleriň mukdary, ösümlükler we meýdanlar baradaky maglumatlar), täzeden-täze maglumatlary almaga mümkinçilik döredýär.

Ähli kartalar (kartografiki modeller) keşpli - bellik suratlary bolup durýarlar. Olar kesgitlenen matematiki kanunly we generalizasiýalaşdyrylan ýer üstüniň üç ölçegli, hakyky şekillendirmesidir. Kartada beýleki kartografiki modeller hem berkidilen bolup, geçirilen hadysalaryň dinamikasyny, dördünji ölçegli - wagtyny alýar. Elektron kartalary hadysalaryň bolup geçýän hakyky ýagdaýyndaky wagtda maglumatlary geçirmek ukybynyň bolýanlygy bilen tapawutlanýar.

Elektron we sanly kartalara bolan esasy talaplar olaryň çözüň meseleleriniň çäginin esasynda ýüze çykýar. Sistemanyň kartografiki üpjünçiligi, ýurduň bütewi ýa-da onuň aýratyn sebitleriniň çäginde ýeke-täk maglumatnama bazasyny döretmek bilen geçirilýär. Oňa obýektleriň we hadysalaryň şu günki üýtgeýşi baradaky berlenleriň goşulmagy, onuň giňişlik-wagtly modeliniň(köp ölçegli) döremegine esas döredýär.

Sistema edilýän esasy talaplaryň ýene-de biri - bu kartografiki maglumatlar bilen ýurdumyzyň bütewi we bölekleyin sebitleriniň çäginin öwrenmek bolup durýar. Şeýle-de kartografiki maglumatlaryň has wajyp obýektler hökmünde häsiýetlendirmegidir. Doly we takyk kartografiki maglumatlar sada we aýdyň şekiller

görnüşine geçirilýär. Sistemada bar bolan kartografiki maglumatlar wajyp meseleleriň häsiýetnamasyny kesgitleýär. Häzirki şertlerde ýeriň üsti dürli görnüşli kartografiki önümleri artykmaç(kartanyň göterýän ýükünden daşary) sekillendirmek arkaly öwrenilýär. Şoňa baglylykda bu kartografiki serişdeler, berlen hadysalary ýeriň üsti barada ýeterlik, umumylaşdyrylan zerur bolan maglumatlary almak we olary analizlemek üçin wagty az talap edýän görnüşlerde bolmagydyr. Ýeriň üsti baradaky maglumatlar, kartografiki usullaryň üsti bilen geçirmek diňe ýurduň çägin, onuň sebitlerini öwrenmek maksady bilen geçirilmän, eýsem olar hasaplamalary ýerine ýetirmek we ýagdaýlary modelirlmek üçin hem ulanylmaga ukyply bolmagydyr.



9.6.6-njy surat. Topografiki wektor kartasynda sanly kartalary döretmek üçin gatlaklaryň alnys pursady.

Kartalary döretmekde ulanylýan kartografiki proyeksiýalar, hökmany ýagdaýda, aýratyn kartografirlenilýan sebitlerini we örän uzalýan çäkleriň (territoriýalaryň) bütewiligini (ýolunmasyz) üpjün etmelidir (9.6.6-njy surat). Şonuň ýaly-da ýer üstüniň bölegini tekizlikde suratlandyrmakda maksimal mümkinçilikli, iň kiçi ýoýulmaly burçlaryň, çyzyklaryň we meýdanlaryň alynmagyny üpjün etmelidir.

Kartalaryň masştablary ýer üstüni suratlandyrmakda ulanyjylaryň islendik görnüşli meselelerini çözmekde özüniň anyklygyny we takyklygyny üpjün etmelidir. Kartalaryň masştablaryna laýyklykda ýerüstüniň häzirki ýagdaýyny tassyklaýan we doly suratlandyrylan bolmalydyr. Kartalar, ýerüstüniň tapawutlanýan çägin we

häsiýetlendirýän aýratynlyklaryny doly açmalydyr. Şonuň ýaly-da maglumatlary guramaçylykly girizmegi we obýektleriň koordinat-laryny kesgitlemegi üpjün etmelidir (6.6-njy surat). Olar aç-açan ýagdaýynda, esasy elementleri we obýektleri tapawutlandyrmalydyr, hem-de ýeriň üstüni we gurluşyny çalt bahalamaga mümkinçilik bermelidir. Dürli ulanyjylaryň alýan köp görnüşli maglumatlaryny sadalaşdyrmak maksady bilen maglumatlary geçirmekde unifikasiýalaşdyrmak zerur. Şonuň bilen birlikde kartalar ulgamy maksimal ýagdaýda mazmunynyň, matematiki esasyňyň, şertli belgiler ulgamynyň we sahypalaryň ölçegleriniň ähli taraplaýyn ylalaşylmagy wajyp hasaplanylýar.

Elektron ýa-da sanly kartalary duýgy teoriýasy bilen alanynda giňişlikde, matematiki kanunly kesgitlenen we generalizasiýalaşdyrylan hakykatynyň keşp-belgili modelidir. Modeliň hili bolup, onda suratlandyrylan hadysalaryň, olaryň bir-biri bilen arabaglanşygyny, wagta we giňişlige baglylykda dinamikasynyň häsiýetlerini görmäge mümkinçilik berýän serişdeligi hasaplanylýar.

Kartanyň mazmuny hökmany ýagdaýda doly, anyk, döwrebap, takyk we köp sanly ulanyjylaryň isleglerini kanagatlan-dyrmak maksady bilen, mysallary çözmekligi üpjün etmelidir.

*Kartanyň mazmunynyň dolulygy* - onda ähli tapawut-lanýan çäkleriniň we häsiýetli elementleriniň, ýer üstüniň obýekt-leriniň suratlandyrylmagyny aňladýar. Dürli masştably sanly karta-laryň mazmunynyň dolulygynyň hakyky bahasyny ýer üstüniň elementleriniň ylalaşylan ýagdaýdaky görkezilmegi, şeýle hem obýektleriň atlarynyň ýazmaklygy alýar. Uly masştably kartalar kiçi masştably kartalar bilen deňeşdireniňde, hökmany ýagdaýda, ýer üstüniň ähli elementlerini, obýektlerini we ýazgylaryny özünde jemlemelidir.

Kartada berlen elementleriň hakykylygy(kartadaky şekillendirilen maglumatlaryň dogrulygynyň kesgitlenen wagt birligine deňligi), döwrebaplygy(suratlandyrylan obýektleriň häzirk wagta degişli bolmagy), we ulanylýan kartanyň mazmunynyň şu döwre degişli bolmagyny görkezýar.

Kartalaryň takyklygyna(kartadaky bar bolan obýektleriň ýerdäki şol obýektlere meňzeşlik derejesi) bolan talaplar onda suratlandyrylan obýektleriň, hökmany ýagdaýda özleriniň ýerleşýän takyklygyny saklamagydyr. Şonuň bilen birlikde obýektler kartalaryň masştabyna, maksadyna baglylykda geometriki meňzeşligini we ölçeglerini saklamalydyr.

Kartanyň mazmunynyň amatly geçirilmegi onuň okalmagy we ýer üsti baradaky informasiýalaryň wiziual bahalanmagy onda ulanylýan şekillendiriş ulgamyna, ýagny şertli belgilere baglydyr. Şertli belgilere edilýän esasy talaplar bolup, az mukdardaky şertli belgileriň üsti bilen kartadaky suratlandyrylan obýektler we olaryň toplumy barada maksimal informasiýalar köplüginin geçirilmegidir. Olardan daşary, sanly kartadaky obýektleriň ýokary takyklyk we aýdyňlyk bilen şekillendirilmegini, şonuň bilen birlikde ýeňil okalmagyny, awtomatiýasiýalaşdyrylan ýagdaýynda hasaplamalary geçirmegi üpjün etmekligi, kartografiki şekilleri işlemek, kabul etmekligi gazanmaklykdyr. Kartografiki şekiliň aýdyňlygyny ýokarlandyryan

wajyp serişde hökmünde obýektleriň hilli we mukdarly häsiýetleriniň reňkleriň üsti bilen geçirilmegidir.

Kartalaryň reňkli bezelmegi ulanyjylaryň isleglerine we kartadaky reňkleriň goşulmagynyň psihologiki kanunlaryň kabul edilişine, olar bolsa öz gezeginde kartografiki şekillerde gamma reňkleriň emele gelmegine getirýär. Kartada ulanylýan reňkler, onuň mazmunynyň dürli elementleriniň, maksimal derejede hil taýdan bölünmegine ýardam berýär. Kartanyň reňkli bölünmegi geoinformasiýalary statistiki we beýleki berlenleriniň şekillendiril-meginiň ýygynydyr.

### **9.6.3. Elektron kartalarynyň toparlara bölünişi**

1. Awtomatizasiýalaşdyrylan ulgamlaryň ulanyşynyň görnüşleri:

- awtomatizasiýalaşdyrylan dolandyrmak sistemasy (ADS) kartalar görnüşinde ulanmak üçin;

- awtomatizasiýalaşdyrylan nawigasiýa sistemasynda (ANS) kartalaryň ulanylmagy(onuň toparlara bölünmegi ýeriň üstündäki howadaky we kosmosdaky hereket ediş serişdeleri esasynda düzülýän kartalar degişlidir);

- halk hojalyk ähmiýetli awtomatizirlenen ulgamlarda kartalaryň ulanylyşy ýaly görnüşli bolýarlar.

#### **2. Maksatlary boýunça:**

- guramaçylykly maglumatlary almak, ýer üsti baradaky informasiýalary suratlandyrmak we modelirmek üçin hasaplamalary geçirmek;

- toparlaýyn we hususy ulanyjylaryň ýagdaýlaryny we ýer üstüni ýaýlymda suratlandyrmak meselesini çözmek ýaly görnüşlerde bolýarlar.

#### **3. Masştablaryň görnüşleri boýunça:**

- 1:10000, 1:25000 masştably şäherleriň elektron sanly planlary;

- 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 masştably elektron sanly topografiki kartalary;

- 1:500000, 1:1000000, 1:2000000, 1:4000000 masştably elektron awiasiýa kartalary;

- elektron tematiki kartlary ýaly görnüşlerde bolýarlar.

#### **4. Informasiýalaryň görkeziliş(suratlar) usullary boýunça:**

- iki ölçegli( $x, y$ ) modeller(planlar);

- üç ölçegli( $x, y, H$ ) modeller(topografiki kartalary);

- dört ölçegli( $x, y, H, t$ ) ýa-da giňişlik-wagtly modeller görnüşli bolýarlar.

#### **5. Berliş şekilleri boýunça:**

- wektorly;

- rastr görnüşli bolýar.

*Halk hojalyk ulgamlarynda* elektron kartalary, onuň toplumyny bütewilikde, pudaklar boýunça, guramaçylykly dolandyrmagy, ýurduň tebigy we material serişdelerini meýilnamalaşdyrmagy, durmuş hadysalaryny analizlemegi, gazma baýlyklary dolandyrmakda modelirmekge geçirmegi, adatdan daşary ýagdaýlar ýüze

çykanda dogry çözgütleri kabul etmekligi, ekologiki ýagdaýlaryň monitoringini döretmegi, ýer üstiniň kadastryňy döretmegi, geçirmegi ýaly meseleleri çözmegi üpjün edýär.

**Awtomatiki sistemany dolandyrmakda** elektron kartalary durmuşdaky hakyky hadysalary bahalamaga we çözgütleri kabul etmäge, dürli görnüşli hakyky(anyk), dogry meseleleri goýmaga we bilelikde hereket etmäge gurnamaga kömek etmelidir. Ýokarda sanalanlardan daşary: sebitiň, çägiň we ýer üstüniň geografiki aýratynlyklaryny öwrenmäge, şonuň bilen birlikde ýagdaýy bahalamak üçin hasaplamalary geçirmäge, abadanlaşdyrmaga, islendik täsiri modelirllemäge, ýer üstüniň gurluşyny kesgitlemäge, ýer üstüniň üýtgeýşini çaklamaga, ýer üstüniň obýektleriniň koordinatларыny kesgitlemäge kömek edýär.

**Awtomatiki nawigasiýaly sistemasynda** elektron kartalary ýeriň üstünde, howada we kosmosda hereket howsuzlugyny hökmany ýagdaýda doly üpjün etmelidir.

Elektron kartalaryň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanmak mümkinçiligi, umumy ýagdaýda kartalary döredijiler tarapyndan olara edilýän talaplary hasaba almak şertinde, ulanyjylaryň isleglerine baglylykda çözülýär. Şonuň bilen birlikde ulgamda mazmunynyň kesgitlenişi kartografiki berlenleriň bazasynyň düzüm böleklerinde, ýeriň üsti baradaky informasiýalaryny (ýagdaýlaryny) bilelikde ulanmak we meseleleri çözmek üçin hasaplamalary geçirmek ýaly amatlylyklaryň hasaba alynmagy bilen döredilýär.

**Sanlaryň berliş şekili boýunça** elektron kartalary - wektor we rastr görnüşlidir. Wektor görnüşinde berlen uzynlykly (aralykly) we oriýentirlenen wektorlaryň ýygındysy görnüşinde, mert birligine getirilen kartografiki informasiýa usuly görnüşine düşünilýär.

Rastr görnüşindäki kartografiki geoinformasiýalaryň matrisa sypatynda bermek usulyna düşünilýär. Onuň elementleri bolup kartanyň reňkleriniň kodlarynyň bahasy durýar.

#### **9.6.4 Geoinformasion sistemasynyň jogap berýän soraglary**

Geoinformasion sistemasynyň jagap berip biljek nusgalyk soraglary şu aşakdakylardan durýar:

1.  $A$  nokat nirede ýerleşýär;
2.  $A$  nokat  $B$  nokada görä nähili ýerleşen;
3.  $D$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky aralygyň çäginde näçe sany  $A$  aralyk(ýa-da nokat) ýerleşýär;
4.  $X$  nokatda  $Z$  funksiýanyň bahasy hähili bolar;
5.  $B$  ölçegleri boýunça näçe uly;
6.  $A$  we  $B$  çyzyklaryň kesişmeginiň netijeleri nähili bolar;
7.  $X$ -de  $Y$ -a çenli aralyklarda oňyn marşruty nähili bolar;

8.  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , nokatlarda nämeler ýerleşýär;
9. Gözegçilik edilýän obýektden soňra meňzeşligi boýunça haýsy obýekt ýerleşýär;
10. Eger-de bar bolan obýektleriň toparlaryny üýtgetsek, giňişlik ýerleşmegi nähili üýtgär;
11. B nokat(obýekt) üýtge, A nokada(obýekte) näme bolar, şonuň ýaly-da A obýekt üýtge, B obýekte nähili täsir eder diýen ýaly soraglara jogap berýär.

### 9.6.5 Elektron kartalaryny düzmegiň tapgyrlary

*Elektron kartalaryny döretmek* şu aşakdaky tapgyrlary öz içine alýar:

1. Berlen kartografiki informasiýalary sanly görnüşine awtomatizirlenen ýagdaýynda geçirmeklik;
2. Sanly kartografiki informasiýalary belgilemek (simwol-laşdyrmak) we elektron kartalaryny düzmegi awtomatizasiýalaş-dyrmak;
3. Elektron kartalary ulanyjylar tarapyndan peýdalanmak üçin berlenleriň bazasyny dolandyrmak maksadyndaky işleýiş ulgamyny taýýarlamakdan ybaratdyr.

*Birinji tapgyrda* bar bolan kartografiki materiallaryň (aerokosmos suratlary, dürli görnüşli nusgalaryň, kartalaryň reňkli möhürli neşirleriniň), kartalaryň wektorly sanly modelini-elektron esasyny almaklyk meselesi çözülýär.

Bu mesele şu aşakdaky tertiplerde çözülýär:

1. Planşetde (sifrobatelde) obýektleriň sudurlaryny yzarla-mak ýoly bilen berlen kartografiki materiallary sanlaşdyrmak, semantikany taýýarlamak we girizmek, sanly informasiýany düzüm-leşdirmek(strukturalaşdyrmak);
2. Berlen kartografiki materiallary skanirlemek ýoly bilen göçürmeklik we soňraky yzygiderli awtomatizasiýalaşdyrmak, şonuň ýaly-da displeýiň ýaýlymynda rastr şekilini wektorlaşdyrmak, obýektleri tanamaklyk hadysasyny, gerek bolan simantikany girizmeklik, sanly informasiýany düzümleşdirmeklik ýaly işleri öz içine alýar.

Şu ýagdaýda rastr şekilini tanamaklygy we wektorlaş-dyrmagy awtomatizasiýalaşdyrmak maksady bilen düzetmegiň kartografiki eksport ulgamynyň enjamlarynyň, tanamaly element-leriň, obýektleriň hem-de kartalaryň maksatnamaly üpjünçiligini öwretmeklik maksada laýykdyr. Awtomatizasiýalaşdyrmagyň häzirki wagtda ulanylýan wektor sanly informasiýalary almagyň skanerli tehnologiýasy ýer üstüniň relýefi boýunça tanamagyň 90 %-ni, kartalaryň neşirli nusgalaryny ulanmakda gidrografiýanyň we ösümlük örtügiň elementlerini tanamagy 50-60 %-ni üpjün edýär. Bir nomenklaturaly sahypasynyň döredilmegi üçin takmynan, 70-100 sagat wagt birligi gerek bolýar.

*Ikinji tapgyrda* şu aşakdaky meseleler çözülýär:

- wektor modelini simwollaşdyrmak;
- ýüküniň derejesi bolýunça elektron kartany düzmeklik;

- simwollaşdyrylan elektron kartalaryny barlamak we redaktirlemek;
- elektron kartalarynyň arhiwdäki grafiki simwollaşdyrylan göçürmesini almaklykdan durýar.

Simwollaşdyrmak hadysasynyň düýp mazmuny şertli belgileriň bibliotekasyndan toparly kodlar arkaly her bir obýekte, olaryň häsiýetleri we alýan bahalary boýunça öz koduny(N) bermeklikdir. Bu hadysa awtomatiki usulynda, elektron kartalaryň masştabyna we görnüşine baglylykda ýerine ýetirilýär. Şonuň bilen birlikde, şertli belgileriň, harplaryň unifikirlenen bibliotekasy döredilýär. Her bir şertli belgi, özüniň sanly *ýazyldasyny-wektor* we rastr görnüşinde alýar. Ondan daşary, soňraky wizualizasiýalaşdyrmak maksady bilen, kartografiki şekilleriň massiwlerini yzygiderlikde çykarmaga taýýarlanylýar.

Elektron kartalaryň bar bolan esasy häsiýetnamasy bolup, onuň elementlerden ybarat bolan ýüküniň derejesidir. Berlen şekiller meselem, *1:50000* masştably elektron kartalarynda esas hökmünde alynýar. Her bir obýekte özüniň gymmatlylygy boýunça ýüküniň derejesi (1,2,3,4) berilýär. Şular ýaly çemeleşmeklik, displeýiň ýaýlymynda kartany bütewi nomenklaturaly sahypada, islendik çakli ululykda okamaga mümkinçilik döredýär.

#### **9.6.6. Islendik ýükli elektron kartalary düzmeklik**

Elektron kartalaryny, ýüküniň derejesi boýunça düzmeklik displeýiň ýaýlymynda açylan penjire arkaly interaktiw ýagdaýynda amala aşyrylýar. İşlemegi iň kiçi penjireden başlap, onda bar bolan ähli obýektler okalýar, penjiräniň ölçegleriniň soňraky ulaldylmagy kwadroderew(şahalanýan agaç) usuly bilen geçirilýär. Şu ýagdaýda bir nomenklaturaly sahypanyň, açylan penjireleriň çäginde obýektleriň ýüküni we maglumatnamasynyň ylalaşylmagyny üpjün etmeklik zerurdyr. Şonuň bilen birlikde goňşy nomenklaturaly sahypanyň ýüküniň derejesini hasaba almaklyk wajyp bahany alýar. Şu meseläni çözmek maksady bilen, birnäçe hatar sebäpleri hasaba alýan, ýüküniň derejesi boýunça obýektleri saýlamagy amatlaşdyrýan, enjamly ekspertli ulgamyny ulanmak maksada laýykdyr. Şonuň bilen birlikde giňişliklogiki arabaglanyşygyny saklaýan enjamlary peýdalanmak zerur.

Ýüküniň derejesi boýunça elektron kartalaryny döretmek hadysasynda obýektleriň ýazgylaryny ýerleşdirmek maksady bilen, informasiýalary maksatnamalaşdyrmak we wizual barlamak hem-de redaktirlamak işleri alnyp barylýar. Elektron kartalaryny döretmek ilkinjiden başlap(iň wajyp obýektlerden), her bir ýükli derejäniň grafiki göçürmesini simwollaşdyrmaklyk bilen tamamlanylýar. Elektron kartalaryň döremegi berlenleriň uniwersal düzüminde ýerine ýetirilýär. Ol bolsa, wektorly informasiýany yzygiderlikde, sepli - düwünli, rastr görnüşlerinde ýazmaklyga, maglumatnamaly informasiýalary, şonuň ýaly-da ulanyjylaryň berlen segmentlerini döretmeklige ýardam berýär. Awtomatizasiýa-laşdyrylan tehnologiýaly işçi ýerleriniň toplumyna, şeýle hem lokal hasaplaýyş seplerine birleşdirilmegi esasynda ýerine ýetirilýär.

Elektron kartalarynyň ulgamyny döretmegiň informa-siýaly üpjünçiligi aşakdakylary öz içine alýar:

- kartografiki informasiýalary toparly ulgamlaşdyrmak we kodirlemeklik;
- kartografiki informasiýalary sanly ýazmaklygyň düzgüni;
- elektron kartanyň şertli belgileriniň ulgamy(bibliotekasy);
- elektron kartalarynyň berlenleriniň ölçegleri.

Elektron kartalaryny döretmekligiň esasy usullary:

- keşpleri tanamagyň awtomatizasiýalaşdyrylan usullary (skanirlemeklik bilen alnan rastr şekilleri);
- grafalar teoriýasyny, logiki-täsirli çemeleşmesini we ekspertli ulgamly enjamlarny ulanmaklyk bilen kartografiki generalizasiýany amala aşyrmaklyk usuly;
- miltimediýa maksatnamaly üpjünçilik usuly;
- ekspertli ulgam usuly;
- giňişlik-logiki arabaglanyşygy goýýan usullardan ybarat.

Elektron kartalarynyň esaslarynyň ählisiniň hili we artyk-maçlygy olary ulananda ýüze çykýar. Şonuň üçin elektron kartalary bilen birlikde olary dolandyrmagyň bazaly berlenlerini ulanyjylara, öz elektron kartalaryny bermelidir, ol bolsa öz gezeginde aşakdaky meseleri çözmäge esas döredýär:

- 1) elektron kartalaryň berlen bazasyny döretmeklik we alyp barmaklyk;
- 2) kartografiki şekiller bilen işlemek. Ol bolsa öz gezeginde:
  - suratlandyrmagy, masştablaşdyrmagy, kartografiki şekili erkin ugurda süýşürmegi(hereketlendirmegi) kanagatlandyrýar;
  - dinamiki penjiräni we wizual şekiliň ýüküniň derejesini dolandyrmaga;
  - ýer üstüniň obýektleri barada maglumatnamalary almaga;
  - şekilleri redaktirlemäge;
  - klassifikatory we şertli belgileriň bibliotekasyny alyp barmaga;
  - şertli belgileriň bibliotekasy barada ulanyjylaryň klassi-fikatoruny alyp barmaklyk (meselem, ýörite şertli belgileriň bibliotekasy);
  - kartografiki şekili onuň ýörite ýüki bilen bilelikde grafo-gurujylaryna we beýleki gurluşlaryna çykarmaklykdan durýar.
- 3) Berlenleriň standart bazasy bilen arabaglanyşyk saklamaklyk;
- 4) amaly informasiýany we meseläni hasaplamak boýunça ulanyjylaryň interfeýsiniň bolmagy(relýefiň beýikliginiň matrisasyny, ýer üstüniň profilini gurmaklyk, görünmek zonasy, nokadyň koordinatlaryny we beýikligini, aralygy, berlen çyzyklaryň azimutlaryny hasaplamak) zerur şertdir.

## GOŞMAÇA: (häzirki zaman geodeziki gurallary)

### 1. Takyk teodolitler:

**3T2KII** 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 mehanzimleriniň konstruksiýaly elementlerini bir-birine seplemekde (montaž etmekde), senagat binalarynyň gurluşygynda we beýleki meseleleri çözmekde ulanmak bolar.



1-nji surat. **3T2KII**, **3T5KII** kysymly teodolitler.

**3T5KII** 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:  | 2T2KII          | 2T2KA           | 3T5KII          |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 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 ýalňyşlygy  | 2.4"            | 2.4"            | 7.2"            |
| 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 gorizont al 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 ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy: |                 |                 |
| Gorizont al 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, ölçemegiň takyklygyny has-da ýokarlandyrýar (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 işerinde ulanylmagyna mümkinçilik berýär.



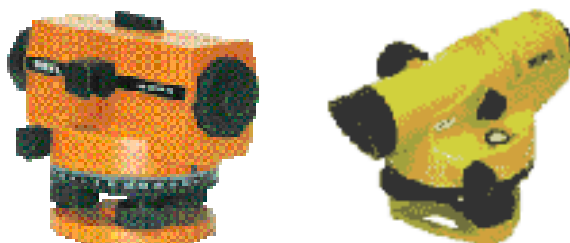
3-nji surat. **3H2KЛ, 3H3KЛ, 3H5Л** kysymly niwelrler.

**3H5Л** – guraly görüş turbasynda silindrik derejesi (uroweni), kiçi göwrümdäki, tehniki takyk niweliridir. Bu gural gurluşyk meýdanlarynda, ýer we ýol gurluşyk, tokaý hojalygy we ylmy-barlag işleri geçirlende beýgelmeleri kesgitlemek maksady bilen, has-da ynamly ulanylýar. Gurluşunyň amatly bolmagy, sazlaýjy we dolandyryş nurbatlarynyň elýeterli, amatly ýerde ýerleşmegi ony ulanmaga oňaly şertler döredýär. Şu ýokarda agzalan niwelirleriniň ählisinde hem gorizonta burçlary ölçemek üçin limbleri bardyr(3-nji tablisa).

3-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary:**

|   | <b>3H2KЛ</b>    | <b>3H3KЛ</b>    | <b>3H5Л</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 niwelrler.

**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:**

|   | <b>AL-20</b>    | <b>AT-20D</b>   | <b>AT-24D</b>   |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| 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'           |                 |                 |
| Nyşanalamyň 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(diapazonu)             | ± 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 niwelirlemegi 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 geçirmeýän 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<sup>x</sup>, 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**

|               |   | <b>PL1</b>      | <b>B1C</b>                                       | <b>B1</b>       |
|---------------|---|-----------------|--|-----------------|
| Görüş turbasy | Ulaldyşy  | 42 <sup>x</sup> | 32 <sup>x</sup>                                  | 32 <sup>x</sup> |
|               | Iň kiçi faks 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                                     | -               | ±10'   | ±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, klawiaturasy bardyr. Elektron planimetrleri rolik we polýar görnüşlerinde bolýarlar.

**PLANIX 7** kysymyndaky elektron planimetri rolik görnüşindäki tigrçeginiň bolmagy bilen tapawutlanýar. Ol bolsa planimetri uzak aralyklara, gorizonta ýagdaýynda süýşürmege mümkinçilik berýär. Sanly klawiaturasy

ulanyja planyň 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 razrýadly displeýde suratlandyrylýar (7-nji tablisa).

7-nji tablisa

#### Tehniki häsiýetnamalary

|                                       | <b>PLANIX 5</b>  | <b>PLANIX 7</b>        |
|---------------------------------------|--|------------------------|
| Görnüşü                               | Polýarly   | Rolikli                |
| Iýmit çeşmeleri                       | NiCd içki batareýasy ýa-da üýtgeýän elektrik akymynyň adapteri                       |                        |
| Işleýän wagtynyň dowamlylygy          | Batareýa 15 sagatlap zarýat 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 |
| Olçegleriň diapazony                  | Diametri 35.6 sm   | 300 sm x 30 sm         |
| Agramy                                | 900 g.   | 650 g.                 |
| Olçegleri(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 koordinatlaryny, çyzyklaryň arasyndaky gorizonta burçlary, tegelegiň radiusynyň uzynlygyny ölçemäge mümkinçilik döredýär. Nokatlaryň koordinatlar kartografiki materiallaryň hakyky masştablaryny hasaba almaklygyň netijesinde geçirilýär.

Super Planix - nädogry şekildäki sudurlaryň meý-danlaryny kesgitlemekde iň kämilleşdirilen gural bolup durýar.

Ölçegler millimetr, santimetr, metr we kilometr kwadratlarda hem-de geklarda geçirilip 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 koordinatlarýň faýlyny, ony bolsa **DXE**

(Super Planix Data Communication System maksatnamasyny ulanyan wagtynda) ölçegdäki faýlyna geçirmek bolýar.

**Planix S10 “marble”** elektrton planimetri, ýokary takyklykdaky gurallary ýasamakda önümçiligiň täze serişdesidir. *Planix S10 “marble”* elektron planimetri kartanyň ýa-da planyň masşabynda göni we egri 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 (saryy 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 ýygındysy görnüşinde tapawutlandyrylýar. Şu kysymly gurallarda operasion sistemasy (*MS DOS* operasion sistemasy bilen bilelikde) ulanylýar. Onuň kömegi bilen örän kyn derejeli logiki meseleler amala çözüldi 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 uzakölçejjiniň (dalnomer) böleginiň ýerleşmegi netijesinde) tizleşdirýär we ýeňilleşdirýär. Guralyň agramy akumulýator bilen bilelikde 5.4 kilogramdyr.

Uzakölçejjiniň gurluşy öz-özi seplenýän nyşanalaýjy markalary boýunça, ýokary takyklykdaky ölçegleri geçirmäge kömek edýär. Bu bolsa prizmalı serpikdirijini, gerek bolan ýerinde ulanmaga mümkinçilik bolmadyk ýagdaýynda(meselem, jaýyň binasyna ýa-da binanyň burçuna) has oňaýly.

Öz-özi seplenýän nyşanalaýjy 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<br>± 3'   |      |      |      |
| Aralygy ölçemeklik                         |   |      |      |      |
| Amatly şertlerde ölçemegiň çäkleri         |   |      |      |      |
| RS90N kysymly<br>suratlandyrýan plýonka, m | 120   | 120  | 100  | 80   |
| AP bir prizmaly, m                         | 2700  | 2700 | 2700 | 1800 |
| AP üç sany<br>prizmaly, m                  | 3500  | 3500 | 3300 | 2400 |
| Takyklygy                                  |   |      |      |      |
| AP prizmaly, mm                            | 2( 2 + x D <sup>-6</sup> ),   |      |      |      |
| Suratlandyrýan plýonka<br>bilen, mm        | 4( 3 + x D <sup>-6</sup> ),   |      |      |      |
| Umumy häsiýetnamasy                        |   |      |      |      |
| Klawiaturasy                               | Doly harply-sanly   |      |      |      |
| Berlenleri saklamak                        |   |      |      |      |
| Içki huşy                                  | SRAM, 1 Mb, takmynan 5000 nokat   |      |      |      |
| Huşly kartasy                              | SDC5 (128K6) – topluma girýär, SDC6 (256K6),<br>SDC8 (512K6) – goşmaça<br>ätiýaçlyk üçin                                |      |      |      |
| Iýmit batareýasynyň agramy,<br>kg          | 5,4   |      |      |      |
| Bir akkumulýator bilen<br>işlemegiň wagty  | 4,5 sagat (600 ölçeg) t=25 <sup>0</sup> C-da, talyl bir gezeklik<br>aralygy we burçlary her 30<br>sekunddan 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 galtaşdyranynda hem özündäki bar bolan maglumatlary ýitirmeýärler. Huşly kartalary urga we siltenmäge çydamly ýasalandyr. 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 GURŞAWYŇ ŞERTLERI:</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 HÄSIÝETNAMASY:</b>  |  |
| Taýýarlygyň wagty:   | < surata almaga başlamazyňyzdan öň 30 sekunt   |
| Yzarlamak:   | 12 kanally, L1 C/A kodly, L1 doly göteriji 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>IŞÇI HÄSIÝETNAMASY:</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 çyzgynyň uzynlygy < 10 km)                    |
|  | Azimet boýunça: 1" + 5/bazisli çyzgynyň 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 peridy:   | Ýznýksiz surata almaklyk: 1 ölçeg  |
|  | Dur/ýöre: 2 gezek (iň kiçi) 5 hemra boýunça  |
| Berlenleri ýygnamagyň ýyglygy:   | 1 Gs   |
| <b>Hakyky wagtda kinematiki surata almagy(Gerek bolan gurallar TSC1 berlenleriň ýygymly serişdesi bilen Survey Controller mobilli kabul edijisi)</b> |  |
| 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   |
| <b>Inisializasiýasy:</b> |   |
| 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 toplумы dört günün 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 ornaşdyrýarys we TSC1 berlenleri ýygnaýjynyň kömegi bilen işleri amala aşyrýarys. Ol bolsa, öz gezeginde dürli informasiýalary çykarmakda we kabul edijiniň ölçeglerini goýmakda ulanylýar. Berlenleri ýazmaklyk kabul edijisiniň içki huşynda we TSC1 ýygnaýjyda 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 döwürleşmeýär (10-njy tablisa).

**Soňraky-işleniş nokadynda surata almaklyk:** statiki, tizlendirilen statistiki we kinematiki surata almaklygy ýerine ýetirlende, *4600LS* kabul edijisi, fazasy boýunça göretiji we *L1* ýygnylykda *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 huşy tizlendirilen statistiki berlenlerini 64 sagadyň dowamynda, surata almagyň wagtynda ýygnamaklyga ýardam berýär.

**Takyk (hakyky) wagtda surata almaklyk:** *4600LS Surveyor* kabul edijisiniň toplумы soňraky - işleýiş nokatlaryndan we hakyky wagtda surata almak üçin *TSC1* 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 öndürýän 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 ýygylýkly) 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, tapawutlandyrýar. 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 submetriki fazaly merkezli işe girizýärler. Antena köpşöhleligiň täsiri netijesiniň, şonuň ýaly-da signalyň örän az mukdarda yzyna serpikmeginiň konstuksiýada 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 aýlanýan referens-stansiýalarynda işlemeklik mümkindir.

Işlemekde Trimble kompaniýasynyň integrirlenen önümünde ýokary ýygyllykly radiomodemlerini, öýjükli telefonlaryny(elde görüliýän) we geçirijisiz modemlerini ulanyp bolar.

**Işleriň 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

| <b>Kodly signallary pozisionirleýän differensial GPS serişdesi</b> |                        |
|--|------------------------|
| Gorizontalkakylygy:  | 0.25 m + 1 km/mm (RMS) |
| Wertikal takyklygy:  | 0.50 m + 2 km/mm (RMS) |
| WAAS differensial pozisioneriniň takyklygy                         | < 5 m (3DRMS)          |
| <b>Statiki we çaltstatiki GPS surata almagy</b>                    |                        |
| Gorizontalkakylygy:  | 5 mm + 0.5 km/mm (RMS) |
| Wertikal takyklyk:   | 5 mm + 2 km/mm (RMS)   |

| <b>Iki ýygyllykly RTK kabul edijisiniň eRTK™ Wide Area uly radioýapmaly örtükli sebitlerde hakyky wagtda kinematiki surata almaklygy</b> |   |
|--|---|
| Gorizontalkakylygy:  | 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   |
| <b>Inisializasiýa</b>  |   |
| Ynamlylygy:  | adatça >99.9%   |
| <b>eRTK Wide Area örtügi</b>   |   |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 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 indördül kilometre çenli |
| Wirtually referens stansiýasy(VRS eRTK)  | >8500 indördül 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 ýygnaýyş prosessine, huşuň fleş - kartasyny döretmeklige, könelişen efemeridli faýlyny aýyrmaklyga we ş.m. gözegçilik etmek bolar;

-ýagtylyk indikatory gelýän signalyň kabul edilmegine, differensirlenen düzedişleriň alynmagyna, iýmit çeşmesiniň ýagdaýyna gözegçilik etmäge uly ýardam berýär.

## 8. SDR 31/33 kysymly elektrton 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 iň 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  |
|---|--|--|--|
| -topografiýa;<br>-ýörelgäni deňagramlaşdyrmak;<br>-ters kesişme;<br>-usullar bilen maglumatlary ýygnamak;<br>-kollimasiýaly ýalňyşlygy kesgitlemek;<br>-baryp bomaýan obýektiň beýikligini kesgitlemek. | -koordinatlary boýunça ýere geçirmeklik;<br>-çyzygy geçirmek;<br>-dugany geçirmek;<br>-ters geodeziki mysalyny çözmek;<br>-meýdany kesgitlemek;<br>-nokady üýtgetmek;<br>-esasy çyzykdan ölçemeklik;<br>-kesişmeleri hasaplamak; | -ýoly ýere geçirmek;<br>-ýoluň üstüni ýere geçirmek;<br>-ýoly surata almaklyk;<br>-keselikleri surata almak;<br>-ýoly kesgitlemek;<br>-şablonlary kesgitlemek; | -niwelirllemek;<br>-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 žurnaly 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 yok, gural takyk ölçegleri geçirmäge mümkinçilik berýär. Sada tehnologiýa 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 serpikdirijisini ulanan wagtynda ölçenýän çyzygyň uzynlygy artdyrylýar. Lazer ruletkalaryň käbirlerini teodolitlere(Disto), şonuň ýaly-da çelgilere (impuls tipli) hem berkitmek bolar. Çelgide berkidilen uzakölçeýjileri adaty 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 teheometriň bahasyndan *1.5-2* esse arzan düşýän görnüşini alýars. 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 çäklerde, guralyň takyklygyna baglylykda almak bolar..

Soňky wagtlarda serpikdirijisiz uzakölçeýjileri bilen üpjün edilen, elektron taheometrleri döredilip başlady. Onuň kömegi bilen *100-200 mertlik* aralyklary diffuzly nyşana arkaly ölçemek bolar. Emma bu gurallaryň serpikdirijili aralygy ölçemeklik üçin ulanylmagynda bolsa, *3-5 kilometr* uzynlyklary ölçýjilik takyklygyny pesetmezden geçirmek mümkindir. Şu hili taheometrler işde ulanylmaga örän amatly we giň gerim almak bilen ýaýraýar. Bu taheometrleriň köpüsi- $20^{\circ}\text{S}$  çenli sowuk howa şertlerinde işleýär. Emma ulanyjylaryň isleglerine görä  $-35^{\circ}\text{S}$  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 takyklygy *5-10 metrden, 1 santimetr* ýalňyşlyk aralyklarynda ölçemäge ukyplydyr.

Has pesrāk takyklygy göterilýän, ýeriň emelei hemralary bilen aglanyşykly geodeziki gurallary alýar. Olar awtonom ýagdaýynda *5-10 metre* çenli takyklygy 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 masştabynda 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 uzakraga (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* takyklykdaky 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 radiogöýberijisiniň (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 ýygyny. 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.

А. 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. Рутов, 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-ÖZÜÑİ BARLAMAK ÜÇİN BÖLÜMLER BOYUNÇA SORAGLAR WE MESELELER ÝYGINDYSY

## Giriş

1. Geodeziýa diýip nämä aýdylýar?
2. Topografiýa ylmy nämäni öwredýär?
3. Geodeziýanyň çözüň esasy meseleleri nämelerden durýar?
4. Topogrfiýa ylmynyň esasy maksady nämeden ybarat?
5. Geodeziýa we topografiýa ylymlary 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 ylymlary haýsy ylymlar bilen arabaglanyşykly?
11. Matematiki kanunlar geodeziki ölçegleriň netijelerine nähili täsir edýär?
12. Fiziki kanunlar geodeziýa ylmy bilen nähili arabaglanyşýar?
13. Geodeziýanyň ilkinji ylym 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 sözünüň 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 näçä 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 gorizonta 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 gorizonta 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 düşüňýärsiňiz?
13. Poligonometriýa torlary diýende siz nämä düşüňýärsiňiz 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 düşünje.
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 nämä bilýärsiňiz?
4. ГЛОНАСС sistemasy GPS-den nähili parametrleri bilen tapawutlanýar?
5. GALELEO sistemasynyň parametrleri barada siz nämeleri bilýärsiňiz?
6. Sistemalaryň takyklygy we olaryň geodeziki ölçeglerde ulanylmagy.
7. GPS sistemasynyň halk hojalykda ulanylyşyna degişli mysallary getiriň?

8. Geodeziki maksatlar üçin ulanylýan GPS gurallarynyň takyklygy nähili aralyklarda alynýar?
9. Nawigasiýa ähmiýetli GPS gurallarynyň takyklygy nähili aralyklarda alynýar?
10. Duran ýeriň 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 sözüniň gelip çykyşy nähli 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  $S_1=123.45 \text{ m}$ ;  $S_2=123.43 \text{ m}$ ;  $S_3=123.47 \text{ m}$  we  $S_4=123.45 \text{ m}$  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 düşüňärsiňiz?
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 ölçejileriniň 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 düşüňärsiňiz?
5. Ýeriň üstündäki ölçenen çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy haýsy formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar?
6. Abris diýip nämä aýdylýar we ol nähili ýagdaýda düzülýär?
7. Ýer üstüniň krokisi diýende siz nämä düşüňärsiňiz?
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 häzirki zaman gurallaryndan siz haýsylaryny 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. Häzirki zaman 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?

## **VI.3. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak**

1. Taheometriki surata almak diýlende siz nämä düşüňärsiňiz?
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 näme 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?

#### **VI.4. Menzula planyny almaklyk**

1. Menzula planyny almak diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
2. Menzula planyny almak surata almagyň beýleki usullaryndan nähili tapawutlanýar?
3. Menzulanyň gurluşy nämelerden ybarat we nähili wezipäni ýerine ýetirýär?
4. Kipregel, onuň ýerine ýetirýän wezipesi, gurluşy barada siz nämeleri bilýärsiňiz?
5. Asma ýükjagazyň ýerine ýetirýän wezipesini sanap beriň?
6. Menzula reýkasynyň gurluşy we barlagy barada nämä bilýärsiňiz?
7. Menzula surata almagynda ýer üstüniň sudurly we relýefli piketleri, adatça, haýsy usul bilen surata alynýar?
8. Menzula surata almakda dördünji nokadyň ýagdaýy haýsy usullar bilen planşetde tapylýar?
9. Menzula surata almakda surata almagyň beýleki usullaryndan nähili tapawudy bar?
- 1-nji mysal. Eger-de,  $K_h = -10$  we  $l_h = 0095 \text{ mm}$  bolsa, onda nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplaň?
- 2-nji mysal. Eger-de, uzaklyk ölçýjiniň koeffisiýenti  $K_s = 100$  bolsa, reýkadan alnan hasap bolsa  $l_s = 0190 \text{ mm}$  bolsa, onda nokatlaryň arasyndaky aralygy tapmaly?

#### **VII. Aerofototopografiki planyny almak**

1. Aerofotosurata almagyň halk hojalykdaky ähmiýetini düşündirmeli?
2. Aerofototopografiki surata almagyň nähili usullaryny bilýärsiňiz?
3. Aerofotosurata almak diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
4. Surata almakda nähili serişdeler we enjamlar ulanylýar?
5. Aerofototopografiki surata almakda nähili fotoapparatlar ulanylýar?

6. Statoskop ýeriň üstüni surata almakda nähili wezipäni ýerine ýetirýär?
7. Radiobeyiklik ölçeýjiniň gurluşyny we işleýiş prinsipini aýdyp beriň?
8. Aerofotosurata almakda fotoapparatlarda nähili parametrdäki fotopliýonka ulanylýar?
9. Aerofotosurata almagyň görnüşlerini sanap beriň?
10. Aerofotosurata almakda nähili laboratoriya işleri alnyp barylýar?
11. Aerofotosuratlaryň masşablary nähili aralykda alynýar?
12. Planly surata almak nähili ýagdaýda alynýar?
13. Perspektiwaly surata almak nähili ýagdaýda geçirilýär?
14. Merkezi proyeksiýanyň aerofotosurata almakda ulanylyşynyň düşündirilişi we onuň esasy elementlerini sanap beriň?
15. Planly aerofotosuratlaryň masşabynyň kesgitlenişi nähili formula boýunça geçirilýär?
16. Fototeodolit surata almagyň esasy prinsiplerini sanap beriň?
17. Fototriangulyasynyň we fotopologometriýanyň esasy manysyny düşündiriň?

## VIII. NIWELIRLEMEK

1. Niwelirlemek diýlende siz nämä düşünýärsiňiz?
  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 asyrda 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 beýgelmelerini 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?

### **IX.1. Planlaryň we kartalaryň matematiki esaslary**

1. Kartanyň matematiki esaslaryna nähili elementler degişli?
2. Kartanyň esasy gurluşy (häsiýetleri) diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
3. Kartanyň aýdyňlygy diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
4. Kartanyň ölçýjiligiň masştaba baglylygyny nähili düşündirmek bolar?
5. Kartalaryň maglumat berijiligini nähili düşündirmek bolar?
6. Türkmenistanyň topografiki kartalary nähili masştablarda düzülýär?
7. 1:1000000 masştably gözýetimli – topografiki kartanyň proyeksiýasyny aýdyp beriň?
8. 1:500000 we ondan uly masştably topografiki kartalarynyň proyeksiýasy nähili bolar?
9. Zonal koordinatlar sistemasy barada siz nämä bilýärsiňiz?
10. Türkmenistanyň territoriýasynda ýerleşen nokatlar toplumy absissa oky boýunça nähili bahany alýar?
11. Şertli ordinatanyň bahasy nähili ýagdaýda alynýar?
12. Grafalar bölmek diýip nämä aýdylýar we onuň nähili usullary bar?
13. Kartalaryň nomenklaturasy diýip nämä aýdylýar we 1:1000000 masştably topografiki kartasynyň nomenklaturasy nähili kegitlenilýär.

### **IX.2. Topografiki kartalaryndan geografiki obýektleri öwrenmek**

1. Şertli belgiler diýip nämä aýdylýar?
2. Şertli belgiler özleriniň häsiýetleri boýunça näçe topara bölünýär?
3. Meýdan şertli belgileri diýip nämä aýdylýar?
4. Masştabdan daşary şertli belgiler bilen nähili obýektler belgilenilýär?
5. Çyzykly şertli belgiler bilen ýer üstüniň nähili obýektleri belgilenilýär?
6. Relýef diýip nämä aýdylýar?
7. Siz Ýer üstüniň nähili formalaryny bilýärsiziňiz?
8. Dag diýip nämä aýdylýar?
9. Gorizont diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
10. Relýefiň kesişme beýikligi diýip nämä aýdylýar?
11. Ýer üstüniň gidrografiýasyna nähili elementler degişli?
12. Ýer üstüniň ösümlik örtügi we onuň topragynda nähili obýektler şekillendirilýär?
13. Kartalaryň döwlet geodeziki torlar diýen elementlerinde nähili geodeziki obýektler görkezilýär?

14. Topografiki kartalarda araçäk belgiler toparynda nähili elementler berilýär?

### IX.3. Topografiki kartalar bilen işlemek

1. Kartalaryň we planlaryň deformasiýasyny nähili kesgitlemek bolar?
2. Topografiki kartalaryň ramkasy, ramkadan daşary elementleri barada nämeler biliýärsiňiz?
3. Kartada berlen çyzygyň uzynlygyny nähili usullar bilen kesgitlemek bolar?
4. Çyzygyň uzynlygyny sanly masşabyň kömegi bilen ölçemekde nähili işler geçirilýär?
5. Çyzygyň uzynlygyny çyzykly we kese masşab çyzygyçlary bilen ölçemekde nähili işler geçirilýär?
6. Nokadyň geografiki koordinatlaryny kesgitlemekde nähili işler geçirilýär?
7. Nokadyň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemekde nähili gurallar we enjamlar ulanylýar?
8. Siz oriýentirleniş burçlary diýende nämä düşünyärsiňiz?
9. Azimut we magnit azimutynyň arasynda nähili arabaglanyşyklar bar?
10. Çyzygyň uzynlygyny kurwimetrleriň kömegi bilen nädip kesgitlemek bolar?

11. Topografiki kartasynda berlen ugruň profilini gurmakda nämeden peýdalanylýar we ol nähili gurulýar?

1-nji mysal. Kartada kwadratyň tarapynyň uzynlygy 5 sm-e deň bolsa, kartanyň san masşabyny kesgitlemeli.

2-nji mysal. Kilometr tory boýunça inedördüliň ölçenen tarapynyň uzynlygy 2 sm-e deň, ýerde bolsa 1000 m, onda kartanyň masşabyny hasaplamaly.

3-nji mysal. Kartada 1' meridianyň uzynlygy 1.85 sm-e deň bolsa, onda ýerdäki şu aralyga düşýän uzynlyk 1853 m-e deň bolsa, sanly masşaby tapmaly.

4-nji mysal. A nokadyň şu aşakdaky ululyklary kartadan ölçenilip alnan diýeliň:  $a=152.5 \text{ mm}$ ;  $b=32.8 \text{ mm}$ ;  $a+b=185.3 \text{ mm}$ ;  $c=64 \text{ mm}$ ;  $d=44.4 \text{ mm}$ ;  $c+d=108.4 \text{ mm}$  bolsa, onda, berlen maglumatlar boýunça nokadyň geografiki koordinatlaryny hasaplamaly.

5-nji mysal. Eger-de  $l_x=7.4 \text{ sm}$ ,  $l'_x=2.6 \text{ sm}$ ,  $l_y=4.9 \text{ sm}$ ,  $l'_y=5.1 \text{ sm}$ ;  $X_0=6070000 \text{ m}$ ,  $X_I=60710000 \text{ m}$ ,  $Y_0=4311000$ ,  $Y_I=4312000 \text{ m}$  we kartanyň masşaby 1:10000 bolsa, onda A nokadyň gönüburçly koordinatlary tapalyň.

6-njy mysal. Eger-de azimut (A) we magnit diliniň gyşarma burçy belli bolsa magnit azimutyny kesgitlemeli:

a)  $A = 76^{\circ}00'$ ;  $d = 6^{\circ}00'$ ;

b)  $A = 15^{\circ}00'$ ;  $d = 3^{\circ}00'$ ;

ç)  $A = 342^{\circ}00'$ ;  $d = - 8^{\circ}00'$ ;

d)  $A = 149^{\circ}00'$ ;  $d = - 4^{\circ}00'$ .

7-nji mysal. Eder-de magnit azimuty ( $M_a$ ) we magnit diliniň gyşarma burçy ( $\delta$ ) belli bolsa, onda azimuty kesgitlemeli:

- a)  $M_a = 36^\circ 45'$ ;  $d = +3^\circ 45'$ ;
- b)  $M_a = 175^\circ 15'$ ;  $d = +3^\circ 40'$ ;
- ç)  $M_a = 91^\circ 05'$ ;  $d = -2^\circ 35'$ ;
- d)  $M_a = 213^\circ 29'$ ;  $d = -1^\circ 51'$ ;

8-nji mysal. Aşakdaky ugurlar üçin rumblary çyzyň:  $r(OA) = DGd:59^\circ$ ;  $r(OB) = GGd:47^\circ$ ;  $r(OÇ) = GGb:19^\circ$ ;  $r(OE) = DGb:35^\circ$ .

9-njy ýumuş. Kartada berlen A nokadyň beýikligini tapmak gerek diýeliň, başlangyç we ahyrky gorizontallaryň beýiklikleri  $H_0 = 105.00 \text{ m}$ ;  $H_1 = 110.00 \text{ m}$ ,  $nm=D= 250 \text{ m}$  bolsa, onda çyzygyň eňňitligini tapmaly.

#### IX.4. Şekilleriň meýdanyny kesgitlemek

1. Siz kartada berlen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň nähili usullaryny bilýärsiňiz?

2. Paletkalar bilen meýdany kesgitlemekde olaryň nähili görnüşleri ulanylýar?

3. Kwadrat paletka bilen meýdany kesgitlemegiň otnositel takyklygy nähili çäklerde berilýär?

4. Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek nähili ýagdaýda geçirilýär?

5. Üçburçlugyň meýdany kesgitlemekde nähili formuladan peýdalanylýar?

6. Trapesiýa görnüşli sudurlaryň meýdanyny kesgitlemekde nähili formuladan peýdalanylýar?

7. Meýdany kesgitlemekligiň mehaniki usulynda nähili gural ulanylýar?

8. Planimetriň esasy böleklerini we onuň işleýiş prinsipini sanap beriň?

9. Siz planimetriň bölek bahasy diýende nämä düşüňärsiňiz we ol nähili kesgitlenilýär?

10. Meýdany kesgitlemegiň çäkmek (analitiki terezilerde) usulynyň mazmunyny beýan ediň?

11. Analitiki usul bilen berlen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek nämä esaslanýar?

**1-nji mysal.** Kartadaky çyzygyň hakyky uzynlygy  $l_0 = 1000 \text{ m}$ ,  $l = 995 \text{ m}$  bolsa, onda deformasiýanyň mukdary şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

**2-nji mysal.** Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy  $l = 245.0 \text{ m}$ ,  $q = +1/200$ , onda ölçenen çyzygyň uzynlygy şu aşakdaky baha deň bolar:

**3-nji ýumuş.** Aşakdaky **1:500**, **1:1000**, **1:25000**, **1:3000** we **1:500000** masştably kartalar üçin meýdan masştabyny kesgitlemeli.

4-nji ýumuş. Eger-de masştab **1:2000** bolsa, onda  $20 \text{ mm}^2$ ,  $48 \text{ mm}^2$ ,  $5 \text{ sm}^2$ ,  $12.8 \text{ sm}^2$  sudurlaryň meýdany näçe bolar.

5-nji ýumuş. Kartadaky obýektleriň meýdanyny kesgitlemeli:

a) **1:10000** masştably kartadaky gönüburçlyk formadaky tokaý massiwiniň, haçan-da onuň uzynlygy  $54 \text{ mm}$  we ini  $47 \text{ mm}$  bolsa meýdanyny (ga-da) hasaplamaly;

b) 1:25000 masştably kartadaky ot orulýan ýeriň formasy trapesiýa bolup, onuň esasynyň uzynlygy 3.2 mm, 2.4 mm, beýikligi 1.5 mm bolanda, meýdanyny tapmaly.

ç) 1:5000 masştably topografiki planynda berlen çägelik ýeriniň formasy tegelek görnüşinde bolup, radiusynyň uzynlygy 98 mm bolsa, onda onuň meýdanyny kesgitlemeli.

6-njy mysal. Planimetr bilen ölçenen suduryň meýdany  $S=300.00$  ga, hasaplaryň tapawudynyň orta bahasy  $n_2 - n_1 = 3150.5$  deň bolsa, onda planimetriň böleginiň bahasyny tapmaly.

7-nji mysal. 1:10000 masştably karta üçin, planimetriň böleginiň bahasy  $P_1 = 0.090000$  ga sana deň, emma 1:5000 masştably plan üçin planimetriň böleginiň bahasy tapmaly.

### IX.5. Elektron sanly kartalary we olaryň görnüşleri

1. Elektron karta diýip nämä aýdylýar?
2. Sanly karta diýip nämä aýdylýar?
3. Kompýuter kartasy diýip nämä aýdylýar?
4. Siz rastr karta diýlende nämä düşünýärsiňiz?
5. Wektor kartasy diýip nämä aýdylýar?
6. Sanly kartalary nähili materiallaryň esasynda döredilýär?
7. Sanly kartalarda Ýer üstüniň nähili elementleri berilýär?
8. Elektron sanly kartalarynyň esasynda, Ýer üstüniň obýektleriniň haýsy mukdar häsiýetlerini şekillendirmek mümkin?
9. Sanly kartada berlen nokatlaryň geografiki we gönüburçly koordinatlary nähili ýagdaýda kesgitlenilýär?
10. Sanly kartada berlen sudurlaryň meýdanlaryny nädip kesgitlemek mümkin?
11. Geoinformasion kartasy we sanly karta bir-birinden nähili ýagdaýda tapawutlanýar?
12. Geoinformasion kartalardaky hadysalary nämelariň üsti bilen analizlemek bolar?

## MAZMUNY:

|   |          |
|---|----------|
| <b>SÖZBAŞY.....</b>   | <b>7</b> |
| <b>GIRIŞ</b>  |          |
| 1. Umumy düşünje.....   | 9        |
| 2. Geodeziýanyň beýleki ylymlar bilen arabaglanyşygy.....                           | 13       |
| 3. Geodeziýanyň halk hojalygyndaky orny.....  | 15       |
| 4. Geodeziýa ylmynyň ösüş taryhyna gysgaça syn.....                                 | 17       |
| <b>I. ÝERİŇ ŞEKILI WE ÖLÇEGLERI</b>   |          |
| 1.1. Ýeriň ölçegleriniň kesgitlenişi.....   | 30       |
| 1.2. Ýeriň ölçeglerini kesgitlemegiň usullary.....                                  | 36       |
| 1.3. Karta, plan we profil barada düşünje.....                                      | 39       |
| 1.4. Masştab barada düşünje.....  | 42       |
| 1.5. Ýer üstüniň bölekleriniň tekizlik hökmünde kabul edilen ölçegleri.....         | 47       |
| <b>II. GEODEZIÝADA ULANYLÝAN KOORDINATLAR SISTEMASY</b>                             |          |
| 2.1. Nokadyň koordinatlary we geografiýa koordinatlar sistemasy barada düşünje..... | 51       |
| 2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi.....                     | 55       |
| 2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinat sistemalar.....                           | 57       |
| 2.4. Göni we ters geodeziki mysallary.....  | 61       |
| 2.5. Geodeziki we gönüburçly koordinatlaryň arasyndaky arabaglanyşyk.....           | 65       |
| <b>III. TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET GEODEZIKI TORLARY</b>                                 |          |
| <b>III.1. TÜRKMENISTANYŇ GEODEZIKI TORLARY</b>                                      |          |
| 3.1.1. Umumy düşünje.....   | 67       |
| 3.1.2. Ýerde geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek.....              | 68       |
| 3.1.3. Geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň usullary.....                          | 71       |
| 3.1.4. Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlary.....                                | 74       |
| 3.1.5. Dinamiki we kosmos triangulýasiýasy.....                                     | 78       |
| 3.1.6. Geodeziýada ulanylýan ölçeg birlikleri.....                                  | 80       |
| <b>III.2. DEŇLEŞDIRME HASAPLAMALARY</b>   |          |
| 3.2.1. Plan almagyň ýoluny gurmak.....  | 82       |
| 3.2.2. Bir düwünli nokatdan kartalaşdyrmagyň toruny deňleşdirmek.....               | 83       |
| 3.2.3. Analitiki torlar.....  | 86       |
| 3.2.4. Geodeziki kesişdirmek usullary.....  | 88       |
| <b>III.3. DURAN ÝERİŇI KESGITLEMEGIŇ GLOBAL SISTEMASY</b>                           |          |
| 3.3.1. Umumy düşünje.....   | 95       |
| 3.3.2. GPS serişdesiniň geodeziýada ulanylşy.....                                   | 97       |
| 3.3.3. Hemraly WM101, WM102 GPS geodeziki serişdeleri.....                          | 100      |
| 3.3.4. GPS serişdesiniň döremegine esas bolan baş sany pikir.....                   | 101      |
| <b>IV. ORIÝENTIRLENMEK</b>  |          |
| 4.1. Çyzygyň ýerde ugruny kesgitlemek.....  | 113      |
| 4.2. Azimut we direksion burç barada.....   | 117      |
| 4.3. Azimut, direksion burç we rumbyň arasyndaky arabaglanyşyk.....                 | 120      |
| 4.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek.....                                | 122      |
| 4.5. Topografiki kartany oriýentirlemek.....  | 125      |

|   |     |
|---|-----|
| 4.6. Bussol we onuň bilen çyzygyň magnit azimutyny ölçemek.....                           | 127 |
| 4.7. Geodeziýada ulanylýan täze elektron kompaslary.....                                  | 129 |
| <b>V. GEODEZIKI ÖLÇEGLER</b>  |     |
| <b>V.1. ÖLÇEGLERİN GÖRNÜŞLERİ</b>   |     |
| 5.1.1. Umumy düşünje.....   | 132 |
| 5.1.2. Ölçeglerdäki ýalňyşlyklar.....   | 134 |
| 5.1.3. Deňtakykly ölçegleri hasaplamak.....   | 137 |
| 5.1.4. Deňdäl takykly ölçegleri hasaplamak.....   | 143 |
| 5.1.5. Ýeriň üstündäki ölçeg elementler.....  | 146 |
| <b>V.2. ÝERDE ÇYZYGYŇ UZYNLYGYNY ÖLÇEMEK</b>  |     |
| 5.2.1. Umumy düşünje.....   | 149 |
| 5.2.2. Çyzygyň uzynlygyny ölçemek.....  | 155 |
| 5.2.3. Fiziki uzakölçejjileri.....  | 161 |
| 5.2.4. DISTOMAT uzakölçejjileri we olaryň ulanylşy.....                                   | 164 |
| 5.2.5. DISTO görnüşindäki lazerli uzakölçejjileri.....                                    | 167 |
| <b>VI. ÝERÜSTÜNİŇ PLANYNY ALMAK</b>   |     |
| <b>VI.1. ÝÖNEKEÝ PLAN ALMAK</b>   |     |
| 6.1.1. Umumy düşünje.....   | 170 |
| 6.1.2. Aralygy göz çeni bilen ölçemek.....  | 173 |
| 6.1.3. Plan almagyň usullary.....   | 177 |
| 6.1.4. Plan almagy geçirmek.. ..  | 181 |
| 6.1.5. Topografiki kartalaryndan nusga göçürmek.....                                      | 183 |
| <b>VI.2. TEODOLIT PLANYNY ALMAK</b>   |     |
| 6.2.1. Umumy düşünje.....   | 185 |
| 6.2.2. Ýerde burçlary ölçemegiň prinsipi. Teodolit.....                                   | 188 |
| 6.2.3. Teodolidiň ornaşdyryş bölekleri.....   | 191 |
| 6.2.4. Teodolidiň işçi bölekleri.....   | 193 |
| 6.2.5. Teodolitleriň görnüşleri.....  | 196 |
| 6.2.6. Optiki teodolitler.....  | 197 |
| 6.2.7. Teodolitleri derňemek we sazlamak.....   | 204 |
| 6.2.8. Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek.....   | 209 |
| 6.2.9. Gorizont alburçlary ölçemek.....   | 211 |
| 6.2.10. Wertikal alburçlary ölçemek.....  | 216 |
| 6.2.11. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler..... | 219 |
| 6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri.....                                 | 223 |
| 6.2.13. Teodolitli surata almagynyň maglumatlaryny hasaplamak.....                        | 224 |
| 6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak... ..  | 236 |
| <b>VI.3. TAHEOMETR SURATA ALMAGYNYŇ PLANYNY GURMAK</b>                                    |     |
| 6.3.1. Umumy düşünje.....   | 241 |
| 6.3.2. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar.....                    | 242 |
| 6.3.3. Trigonometriki niwelirmek.....   | 250 |
| 6.3.4. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler.....                      | 255 |
| 6.3.5. Ýerüstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak.....                              | 261 |
| 6.3.6. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri.....                                   | 264 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.3.7. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak.....   | 271 |
| <b>VI.4 MENZULA PLANyny ALMAK</b>  |     |
| 6.4.1 Menzula bilen plan almagyň esasy.....  | 275 |
| 6.4.2. Menzulany we kipregeli derňemek we sazlamak.....  | 278 |
| 6.4.3. Menzula planşetini taýýarlamak.....   | 281 |
| 6.4.4. Menzulany nokada ornaşdyrmak.....   | 282 |
| 6.4.5. Göni we ters menzula kesişmeleri.....   | 285 |
| 6.4.6. Menzula bilen plan almakda daýanç torlary.....  | 286 |
| 6.4.7. Menzula ýörelgesi we geçiş nokatlary.....   | 289 |
| 6.4.8. Potenodyň mysaly.....   | 290 |
| 6.4.9. Bolotowyň mysaly.....   | 291 |
| 6.4.10. Ýeriň üstünde menzula ýörelgesini geçirmek.....  | 292 |
| 6.4.11. Menzulaly plany almakda, sudurlary we ýerüstüniň relýefini planşete düşürmek.....                          | 296 |
| 6.4.12. Şelfiň topografiki surata alnyşy.....  | 298 |
| <b>VII.AEROFOTOTOPOGRAFIKI PLANyny ALMAK</b>   |     |
| 7.1. Aerofototopografiki plany almagyň ähmiýeti .....  | 301 |
| 7.2. Ýeriň üstüni surata almakda işledilýän gurallar.....  | 301 |
| 7.3. Ýerüstüni uçardan surata almak.....   | 305 |
| 7.4. Fototejribehana işleri.....   | 311 |
| 7.5. Aerosuratlaryň geometriki gurluşy we masştaby.....  | 312 |
| 7.6. Aerofotosuratlary taýýarlamak we olar bilen işlemek.....  | 314 |
| 7.7. Perspektiwany we plany gurmak.....  | 318 |
| 7.8. Aerosuratlaryň masştabyny kesgitlemek.....  | 321 |
| 7.9. Planly aerosuratyň masştabyny kesgitlemek.....  | 323 |
| 7.10. Aerosuratlarda belgileri(opoznaklary) belgilemek we olaryň koordinatlaryny geodeziki usulda kesgitlemek..... | 324 |
| 7.11. Howada surata almak üçin taslamany düzmek we ony hasaplamak.....   | 328 |
| 7.12. Fototriangulýasiýa we fotopoligonometriýa.....   | 336 |
| 7.13. Fotoshema, fotoplan we aerosuratlary transformirlemek.....   | 341 |
| 7.14. Aerosuratyň oriýentirleniş elementleri.....  | 345 |
| 7.15. Aerosuratlary deşifrirlmek.....  | 346 |
| 7.16. Ýerüstüniň relýefini fotoplanda suratlandyrmak.....  | 351 |
| 7.17. Stereofototopografiki plan almak.....  | 352 |
| 7.18. Relýefi stereofototopografiki usulynda plana almaklyk.....   | 354 |
| 7.19. Ýerde stereofototopografiki plany almagyň ähmiýeti.....  | 357 |
| 7.20. Suratda nokadyň fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek.....   | 360 |
| 7.21. Nokatlaryň fazaly fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek.....   | 362 |
| 7.22. Fototeodolit bilen plan almakda ýerde geçirilýän işler.....  | 364 |
| 7.23. Alnan suratlara esaslanyp plany düzmek.....  | 366 |
| <b>VIII. NIWELIRLEMEK</b>  |     |
| 8.1. Umumy düşünje.....  | 368 |
| 8.2. Niwelirllemegiň görnüşleri.....   | 368 |
| 8.3. Geometriki niwelirllemegiň usullary.....  | 374 |

|  |     |
|--|-----|
| 8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirmek.....   | 379 |
| 8.5. Niwelirleriň görnüşleri.....  | 383 |
| 8.6. Niwelirmekde işledilýän tagtalar.....   | 390 |
| 8.7. Niwelirleri derňemek we sazlamak.....   | 392 |
| 8.8. Profili gurmak üçin niwelirmek.....   | 395 |
| 8.9. Keselikleri surata almak.....   | 400 |
| 8.10. Geometriki niwelirmegiň netijelerini işlemek.....                                      | 402 |
| 8.11. Ýoluň(trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak.....                                       | 409 |
| 8.12. Taslamaly(proýektli) çyzygy profile geçirmek we taslamaly beýiklikleri hasaplamak..... | 416 |
| 8.13. Toprak işleriniň göwrümini hasaplamak. ....  | 421 |
| 8.14. Meýdany niwelirmegiň taslamasyny düzmek.....   | 423 |
| 8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirmek.....   | 425 |
| 8.16. Ýerüstüni magistral we perpendikulýarlar usulynda niwelirmek.....                      | 426 |
| 8.17. Niwelirmegiň netijelerine esaslanyp plany düzmeklik.....                               | 428 |
| 8.18. Gorizonta tekizligi teswirlemekde geodeziki hasaplamalar.....                          | 435 |
| <b>IX. TOPOGRAFIKI PLANLARY WE KARTALARY</b>   |     |
| 9.1.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşlary.....                      | 441 |
| 9.1.2. Topografiýa kartalarynyň görnüşleri.....  | 444 |
| 9.1.3. Topografiýa kartalarynyň täze görnüşleri.....   | 445 |
| 9.1.4. Topografiýa kartalarynyň tapawutlanýan aýratynlyklary.....                            | 448 |
| 9.1.5. Topografiýa kartalarynyň proýeksiýalary.....  | 449 |
| <b>IX.1. PLANLARYNYŇ WE KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY</b>                                      |     |
| 9.2.1. Topografiýa kartalarynyň matematiki esaslary.....                                     | 449 |
| 9.2.2. Topografiýa kartalaryny grafalara bölmek.....   | 453 |
| 9.2.3. Topografiýa kartalarynyň nomenklaturasy.....  | 455 |
| <b>IX.2. TOPOGRAFIÝA KARTALARYNDAN GEOGRAFIKI OBJEKTleri ÖWRENMEK</b>                        |     |
| 9.3.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje.....           | 462 |
| 9.3.2. Topografiki kartalaryndan relýefi öwrenmek.....                                       | 467 |
| 9.3.3. Ýerüstüniň relýefini topografiýa kartada şekillendirmek.....                          | 468 |
| 9.3.4. Kartada gidrografiýa tory.....  | 472 |
| 9.3.5. Kartada ilatly punktlar.....  | 474 |
| 9.3.6. Kartada aragatnaşyk ýollary.....  | 476 |
| 9.3.7. Ösümlik örtügi we topragy.....  | 480 |
| 9.3.8. Senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni desgalary.....                                  | 483 |
| 9.3.9. Kartalarda syýasy we dolandyryş araçäkleri.....                                       | 484 |
| 9.3.10. Kartada geodeziýa punktlary... ..  | 485 |
| 9.3.11. Şelfiň topografiýa kartasy.....  | 486 |
| <b>IX.3. TOPOGRAFIKI KARTALAR BILEN IŞLEMEK</b>  |     |
| 9.4.1. Umumy düşünje.....  | 488 |

|   |            |
|---|------------|
| 9.4.2. Topografiki kartanyň çarçuwasy, çarçuwadan daşary berilýän elementler.....   | 490        |
| 9.4.3. Kartadan gorizontaly burçlary ölçemek.....   | 493        |
| 9.4.4. Kartanyň masştabyny kesgitlemek.....   | 494        |
| 9.4.5. Kartalarda çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek.....  | 496        |
| 9.4.6. Kartadaky nokadyň geografiýa koordinatlaryny kesgitlemek we ony geografiýa koordinatly boýunça karta geçirmek.....   | 502        |
| 9.4.7. Topografiki kartadan nokadyň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemek we olary koordinatly boýunça karta geçirmek..... | 506        |
| 9.4.8. Topografiýa kartasynda çyzyklaryň oriýentirleniş burçlaryny kesgitlemek.....   | 510        |
| 9.4.9. Topografiýa kartasy boýunça ýerüstüniň profilini gurmak.....   | 512        |
| 9.4.10. Kartada çyzygyň burç we ýapgytlyk derejesiniň kesgitlenişi.....   | 516        |
| 9.4.11. Kartografiki generalizasiýa.....  | 517        |
| 9.4.12. Topografiki kartalary analizlemek..   | 521        |
| <b>IX.4. ŞEKILLERİŇ MEÝDANYNY KESGITLEMEK</b>   |            |
| 9.5.1. Umumy düşünje...   | 522        |
| 9.5.2. Planyň deformasiýasy we onuň meýdany kesgitlemekde hasaba alnyşy.....  | 524        |
| 9.5.3. Paletkalar usuly.....  | 526        |
| 9.5.4. Grafiki usuly.....   | 529        |
| 9.5.5. Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usuly.....  | 537        |
| 9.5.6. A.N.Sawıçıň usuly boýunça meýdany kesgitlemek.....   | 541        |
| 9.5.7. Terezide çekmek usuly.....   | 541        |
| 9.5.8. Meýdany kesgitlemegiň analitiki usuly.....   | 543        |
| <b>IX.5. ELEKTRON SANLY KARTALARY WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI</b>  |            |
| 9.6.1. Umumy düşünje.....   | 547        |
| 9.6.2. Elektron kartalarynyň gurluşy.....   | 557        |
| 9.6.3. Elektron kartalarynyň toparlara bölünişi.....  | 561        |
| 9.6.4. GIS-iň jogap berýän soraglary.....   | 564        |
| 9.6.5. Elektron kartalaryny döretmegiň tapgyrlary.....  | 564        |
| 9.6.6. Islendik ýükli elektron kartalaryny düzmeklik.....   | 566        |
| <b>GOŞMAÇA.....</b>   | <b>571</b> |
| <b>EDEBIÝAT.....</b>  | <b>596</b> |
| <b>ÖZ-ÖZÜŇI BARLAMAK ÜÇIN BÖLÜMLER BOÝUNÇA SORAGLAR WE MESELELER ÝYGyndysy.....</b>   | <b>597</b> |