

**M. Allakow**

# GEODEZIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat  
«Ýlym»  
2020

**Allakow M.**

A46 **Geodeziýa.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby.  
– A.: Ylym, 2020. – 428 sah.

Kitapda geodeziýa ylmy we onuň ugurlary hakynda umumy düşüňjeler berilýär. Onda geodeziýanyň çözüň meseleleri, halk hojalygyndaky orny, gysgaça ösüş taryhy, Ýeriň formasy we ölçegleri, ulanylýan koordinat sistemalary, surata almagyň ýönekeý usullary, geodeziki torlar, oriýentirlenmek, ýalňyşlyklar nazaryýeti, Ýer üstüniň teodolitli planyny almak, niwelirmek bilen profilleri gurmak, topografiki plany düzmek, duran ýeriňi kesgitlemegiň dünýä sistemalary, geodeziýada ulanylýan täze gurallar we ş.m. barada 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.

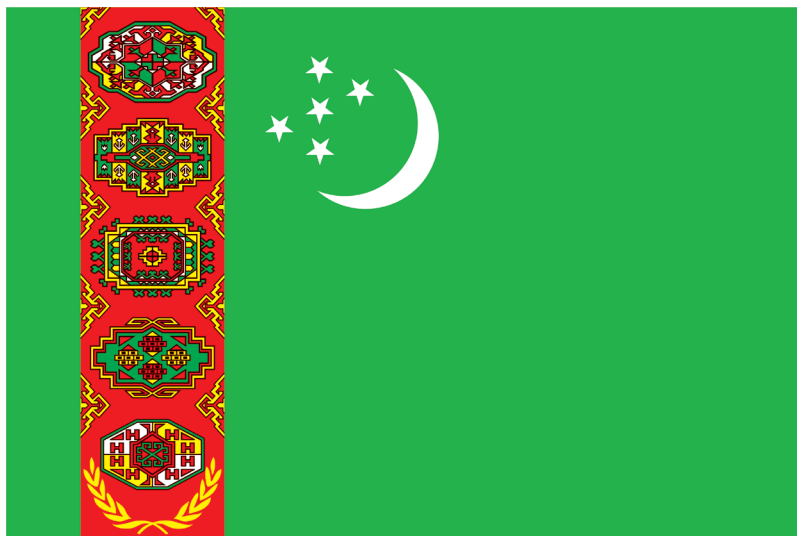


**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI  
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**





**TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY**



**TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY**

## 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!

# GEODEZIÝA BARADA UMUMY MAGLUMAT

## 1. Umumy düşünje

**Geodeziýa** Ýeriň formasyny we parametrlerini (ölçeglerini) öwrenmekde, onuň üstündäki nokatlaryň biri-birine baglylykda ornuny kesgitlemekde, Ýer üstüniň kartasyny, planyny we profilini düzmekde, şeýle hem inženerçilik işlerinde binalary proyektirmekde ýerine ýetirilýän ölçegleri geçirmegiň nazaryýeti we amalary hakyndaky ylmydyr.

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

Ölçeglerde dürli görnüşli geodeziki gurallar ulanylýar. Geodeziki ölçeglerden peýdalanylyp, islendik amaly ýa-da ylmy meseleleri çözmekde alnan netijeler matematiki taýdan hasaplanylýar. Geçirilen hasaplamalara baglylykda, ýeriň üstündäki nokatlaryň biri-birine görä ýagdaýy kesgitlenilýär. Geodeziki ölçegler grafiki proyektirlenilip, ýer üstüniň kagyza kiçeldilen şekilleri – *topografiki plany, kartasy* we berlen ugruň *profili* alynýar.

*Gural-gurluşyk* ylmyň we hasaplaýyş tehnologiýasynyň ýeten sepgitleri geodeziýa ylmyň hem ýokary derejä ýetirdi. Optiki gurallaryň ýerine häzirk wagtda elektron, sanly we lazer gurallarynyň döredilmegi möhüm ähmiýete eýedir. Ýeriň formasyny we parametrlerini (ölçeglerini) kesgitlemek, ýeriň üstüni kartada we planda proyektirmek, inženerçilik binalaryny gurmak hem-de dürli amaly we ylmy meseleleri çözmek üçin ölçeg işlerini geçirmegiň täzeden-täze usullarynyň döredilmegi bilen geodeziýa köpugurly ylma öwrüldi.

Geodeziki ölçeg işleriniň netijesinde koordinatalary we absolýut beýikligi kesgitlenen, şol ýere mahsus geodeziki belgiler bilen ber-

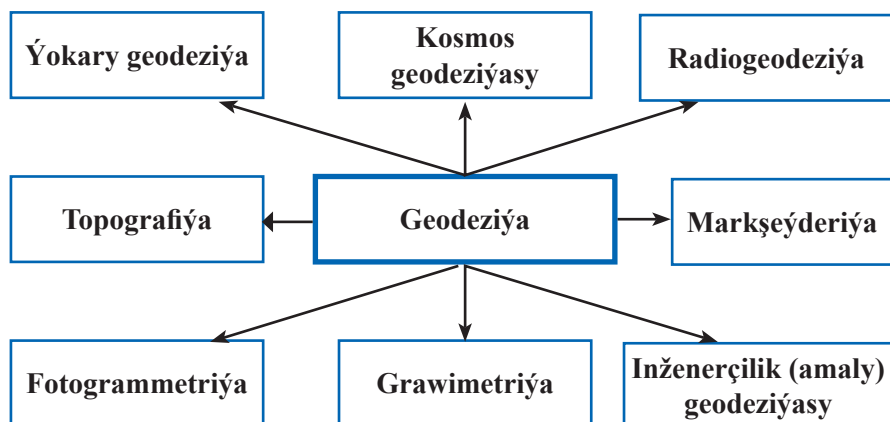
kidilen punktlar sistemasy emele getirilýär. *Geodeziki daýanç torlary* Ýeriň formasyny we parametrlerini kesgitlemekde, şular ýaly birnäçe geodeziki ölçegleri täze sistema birleşdirmekde hem-de dürli masştabdaky kartalary we planlary düzmekde esas bolup hyzmat edýär. Esasy geodeziki işleriň netijesi Ýer gabygynyň hereketini öwrenmek, deňiz suwlarynyň derejeleriniň biri-birinden tapawudyny kesgitlemek ýaly meseleleri çözmäge-de ýardam berýär. Ýeriň formasyny we parametrlerini kesgitlemekde geodeziki daýanç torlaryny döretmek *ýokary geodeziýanyň* wezipesi hasaplanylýar.

Ýeriň emeli hemralarynyň we kosmos gämileriniň uçurylmagy bilen, Ýeriň formasyny 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 köpsanly möhüm maglumatlar ýygnaýdy (*1-nji surat*). Ýeriň emeli hemralaryndan we kosmos gämilerinden ýeriň formasyny we parametrlerini kesgitlemek bilen birlikde *ýokary geodeziýa* bilen çözüp bolmaýan esasy (bazisli) meseleler hem hasaplanylýp çykaryldy. Materiklerden dünýä okeanlaryndaky aralyklara nokatlaryň koordinatalaryny geçirmek, ýeriň üstünde geçirilýän esasy geodeziýa işlerini täze ulgama birleşdirmek we materiklerdäki geodeziki daýanç torlaryny barlamak meseleleri hem alnyp barylýar. Munuň netijesinde geodeziýanyň *kosmiki geodeziýa* diýen şahasy emele gelýär.

Geodeziýada radiolokasiýa sistemasyndan hem giňden peýdalanylýar. Häzirki wagtda radiolokasiýa deňiz we howa nawigasiýasynyň esasy düzýär. Geodeziýada radioelektronikanyň, aýratyn hem, iki nokadyň arasyndaky uzynlygy ölçemekde ähmiýeti uludyr. Aralyklary ölçemekde radio we ýagtylyk uzaklykölçeýjileri (dalnomerler) giňden ulanylýar. Geodeziýanyň radioelektronika usullary bilen meşgullanýan şahasyna **radiogeodeziýa** diýilýär.

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





1-nji surat. Geodeziýanyň şahalara bölünişi

**Topografiýa** – Ýer üstüniň obýektleriniň özara geometriki gatnaşygyny (arabaglanyşygyny) öwrenýän ylymdyr. Onuň esasy maksady topografiki kartalary döretmek, ýagny tekizlikde ýer üstüniň şekilini doly suratlandyrmak bolup durýar. «*Topografiýa*» grek sözi bolup, türkmen diline terjime edilende «*topos*» – **orun**, «*grafius*» – **ýazýaryn**, ýagny «**duran ýeriňi ýazýaryn**» diýen manyny berýär.

Topografiýanyň çözyän esasy ylmy we amaly meselelerine topografiki kartalary döretmegiň has kämil, ulanmaga amatly, ýeňil we arzan düşýän görnüşlerini işläp düzmek girýär. Olardan häzirkigi wagtda has köpräk ulanylýany *sanly kartalardyr*. Olarda ylmy we amaly meseleleri çözmegiň usullary, düzgünleri işlenilip taýýarlanylýar.

Topografiýada Ýeriň üstüni öwrenmegiň esasy usuly topografiki plan almakdyr. Ol *ölçeg, hasaplama we grafiki tertipleşdirmek* işlerinden ybaratdyr.

Topografiki kartalar belli bir matematiki kanunlar esasynda düzülýär. Matematiki kanunlar meýdanda surata almagyň maglumatlaryny barlamaga we ýygnalan maglumatlary hasaplamaga, ölçegleriň takyklygyna gözegçilik etmäge, kartalarda ýoýulmalaryň mukdarynyň azalmagyna we ş.m. ýardam berýär.

*Koordinata sistemasy* ýeriň üstünde aýry-áýry bölekleriň (uçastogyň) nokatlarynyň ýerleşişini görkezmäge, nokatlaryň planly we beýiklik ýagdaýyny kesgitlemäge mümkinçilik 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 proyektirlenilýär.

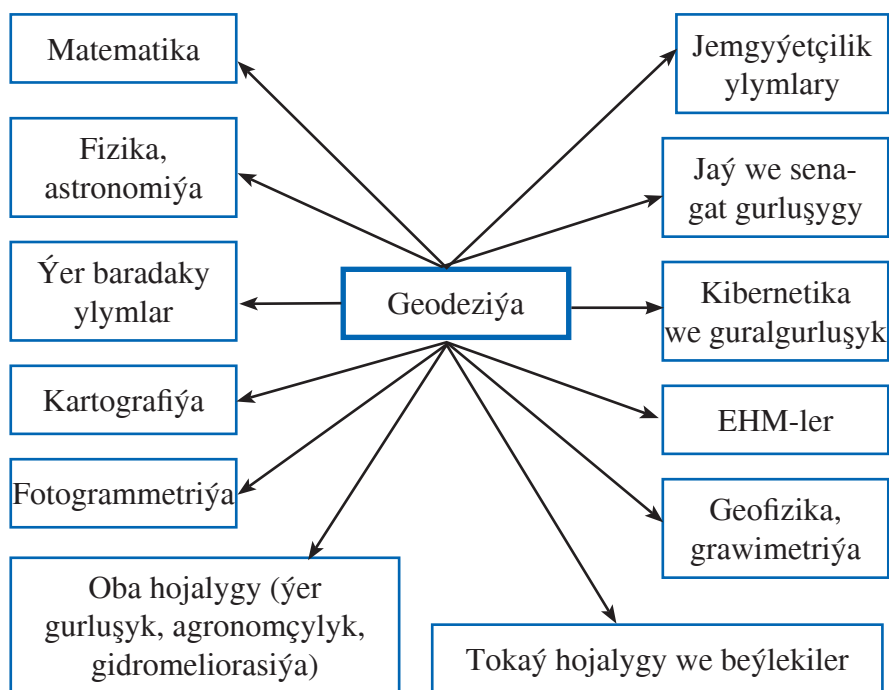
Topografiki kartalary we planlary düzmekde awiasiýa arkaly surata almagyň (fotografirlemegiň) giň gerim bilen ulanylmagy netijesinde topografiýanyň *aerofototopografiýa* diýen şahasy emele gelýär.

Geodeziýanyň şahta, ýerasty geçelgeleri (tunneller) we binalary gurmakda, ýagny Ýeriň gabygynda ölçeg işlerini geçirmek bilen meşgullanýan şahasy *markşeyderçilik* diýlip atlandyrylýar. **Markşeyderçilik** geodeziýanyň daglarda amaly (praktiki) meseleleri çözmek we ylmy-barlag işlerini alyp barmak bilen meşgullanýan pudagydyr.

Ýer üstüni geologiki, geografiki, geofiziki we ş.m. jähetden öwrenmekde, tebigy ýerasty baýlyklary hasaba almakda, olardan peýdalanmakda, inženerçilik ymaratlaryny gurmakda, meselem, gidrotehniki, gidromeliorasiýa, senagat, jaý gurluşyk, kommunal hojalyk gurluşyklarynda we başga-da şular ýaly amaly işlerde geodeziýa ölçeglerinden peýdalanylýar. Ýurdumyzyň çäginde dürli inženerçilik-gurluşyk işleriniň alnyp barylmany netijesinde geodeziýanyň ýene-de bir şahasy *inženerçilik geodeziýasy* emele gelýär. **Inženerçilik geodeziýasy** – dürli obýektleri proyektirmek we gurmak, ulanylýan desgalaryň ýagdaýyny geodeziki taýdan (jähetden) barlamak ýaly meseleleri çözmek bilen meşgullanýar.

## 2. Geodeziýanyň beýleki ylmylar bilen arabaglanyşygy

Geodeziýa tebigat, jemgyýetçilik ylmylar bilen arabaglanyşykda ösýär. Geodeziýa, aýratyn hem, kartografiýa ylmy bilen has ýakyn baglanyşyklydyr (*2-nji surat*).



2-nji surat. Geodeziýanyň beýleki ylmlara gatnaşygynyň shemasy

**Kartografiýa** – tebigy we jemgyýetçilik prosesleriniň üýtgeýşini kartografiki şekiller arkaly barlamagy öwredýän ylym. Başgaça aýdylanda, *kartografiýa* – bu kartalary proyektirmek, döretmek (düzmek), ulanmak maksatlary üçin ylymy, şekillendiriş, tehniki (gönüden-göni geçirilen gözegçilikleriň netijelerini hasaplamadan başlap) barlaglaryň we işleriň toplumy baradaky ylymdyr.

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

Döwlet geodeziki punktlaryny ýeriň üstünde gurmak üçin, olaryň geografiki we gönüburçly koordinatalaryny asman ýagtyltgyçlaryna 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. Ýokarda bellenen ylymlar geçirilen ylmy-barlag işleriniň netijelerini geodeziki ölçeglere baglylykda kartadyr planlarda suratlandyrýar. Şunlukda, dürli mukdar häsiýetli maglumatlar alynýar.

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

**Fotogrammetriýa** – ýeriň üstündäki obýektleriň ölçeglerini, ondaky nokatlaryň koordinatalaryny aerofotosuratlar arkaly kesgitlemegi öwredýän ylm. Kosmosyň özleşdirilmegi hemra (sputnik) geodeziýasynyň döremegine getirdi. **Hemra geodeziýasy** – Ýeriň ölçeglerini we formasyny, onuň emeli hemralarynyň we kosmos stansiýalarynyň kömegi bilen kesgitlemegi öwredýän ylm. Ýeriň emeli hemralaryndan alnan suratlary işlemek bilen döredilen kartalaryň esasy geodeziýanyň *kosmiki topografiýa* diýen şahasynyň döremegine sebäp boldy.

Geodeziýa gurallarynyň we enjamlarynyň ähli görnüşleriniň işleýşi we gurluşy fiziki kanunlar bilen baglanyşyklydyr. Bu bolsa geodeziýanyň fizika ylm bilen baglanyşyklydygyny görkezýär.

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

Ösen döwletlerde sanly kartalar we onuň esasynda döredilýän geoinformatika 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 ylmý gün-günden ösýär, täze ölçeg usullary oýlanylyp tapylýar, optiki-awtomatiki, elektron we radiogeodeziki, lazerli gurallar döredilip olardan peýdalanylýar.

Geodeziýa ýeriň üstünde ölçeg geçirmegiň usullaryny işläp düzýär. Ol Ýer gabygynyň hereketine we deformasiýasyna gözegçilik

etmäge, okeanlaryň, 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 formasyny 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 meýdan çäginä öwrenmekde, özleşdirmekde, ylmy we hojalyk işlerinde möhüm orun tutýar. Kartalar boýunça şol ýere barmazdan, onda suratlandyrylan ýeriň çägi baradaky maglumatlar toplumyny almak mümkindir. Ondaky geografiki obýektleriň sanyny, daş görnüşini, ýerleşişini, özara arabaglanyşygy we ş.m. häsiýetlendirmek bolar. Bu bolsa topografiki we beýleki kartalaryň artykmaç tarapydyr.

Geodeziýa ölçegleriniň we gözegçilikleriniň ulanylmaýan ýeri ýok diýen ýalydyr. Ölçegler gämileri we uçarlary gurmakda, şeýle hem ýeriň emeli hemralaryny uçurmakda hem peýdalanylýar.

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

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 geodeziýa ölçeglerini geçirmezden mümkin däl. Islendik tebigy obýektler kartalaryň esasynda öwrenilýär we gurluşyk işleriniň görümi, ykdysady bahasy we ş.m. görkezijile-

ri hasaplanylýar. Peýdalanylýan binalarda döreyän deformasiýalary kesgitlemekde we Ýer gabygynyň tektoniki hereketlerini öwrenmekde geodeziki ölçeg usullary giňden peýdalanylýar.

Geodeziki ölçegler senagat we ýaşayyş jaýlaryny, demir we awtomobil ýollaryny gurmakda hem möhüm ähmiýete eýedir. Bu işleriň ählisiniň taslamasy, ilki bilen, topografiki kartalarda düzülýär, soňra geodeziýa ölçegleriniň esasynda ýeriň üstüne geçirilýär.

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

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

Geodeziýa we topografiýa işleriniň göwrümi ýyl-ýyldan artýar. Bu işleriň möçberi döwlet meýilnamalary bilen baglanyşyklydyr.

Ýurdumyzda esasy topografiki-geodeziýa işlerini Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň 5-nji kärhanasy ýerine ýetirýär. Bu kärhananyň düzüminde birnäçe topografiki-geodeziýa ekspedisiýalary hereket edýär. Ýurdumyzyň çäginde geçirilýän ähli geodeziýa işleriniň maglumatlary şu ýerde saklanylýar.

#### **4. Geodeziýa ylmynyň ösüş taryhy**

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

Köneürgenç we Mary şäherlerinde şu güne çenli saklanyp galan binalar özleriniň owadanlygy, ulanylan kerpiçleriniň berkligi bilen

dünýäniň alymlaryny haýran galdyrýar. Şu işleri amala aşyrmak üçin ýeriň üstüni niwelirmek we çylşyrymly hasaplama işlerini geçirmek gerek bolandyr. Diýmek, olar bu ylymdan hem habarly bolupdyrlar.

*Türkmenistanyň çäginde* alnyp barlan gazuw-agtaryş işleriniň netijesinde ýumrulan köpsanly galalaryň, köşkleriň we beýleki binalaryň üsti açyldy. Bu gurluşlaryň ölçegleri we olaryň bezelişi ata-babalarymyzyň senetçilik ukyplarynyň-da has ýokary bolanlygyny tassyklaýar.

Ata-babalarymyz Hindistan we Hytaý, Ýakyn Gündogar, Kawkaz we Gündogar Ýewropa ýurtlary bilen söwda aragatnaşyklaryny edipdirler, özleri bilen deri, mal, ýüň, balyk ýaly harytlary alyp gidipdirler, ýöne çölüň içi bilen uzakdaky ýurtlara aşmaklary, ýyldyzlar boýunça ugry kesgitlemekleri olaryň astronomiýa ylymyndan hem başlangyç bilimli adamlar bolanlygundan habar berýär.

Taryhdan belli bolan maglumatlara görä, Türkmenistanyň çäginde gadymy Merw, Köneürgenç we Nusaý ýaly şäherlerinde dünýä meşhur obserwatoriýalaryň bolanlygy, olarda Ahmet al-Merwezi (770–870 ýý.), Muhammet Musa al-Horezmi (783–848 ýý.), Ahmet al-Fargany (797–861 ýý.), Abu Reýhan al-Biruny (973–1048 ýý.), Omar Haýýam (1048–1131 ýý.) ýaly beýik alymlaryň işländikleri mälimdir.

Astronomiýanyň ösmegi ata-babalarymyzyň suwarymly ekerançylygy alyp barmagyna mümkinçilik beripdir. Oba hojalyk işleriniň tebigatyň möwsümleýin üýtgemelerine bagly bolmagy Gün ýa-da Aý senenamalarynyň (kalendarlarynyň) zerurlygyny ýüze çykarypdyr. Senenamany düzmek asman jisimleriniň görünýän hereketleriniň kanunalaýyklyklaryny bilmegi talap edýär. Ata-babalarymyz özboluşly senenama (kalendar) ulgamlaryny düzüpdiler. Şeýle senenamalary Abu 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 eýýamymyzdan birnäçe asyr öň hem *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 belgilemeli, önümlü ýerleri böleklere bölüp, ýeriň üstünde ölçeg işlerini tiz-tizden geçirmeli bolupdyrlar. Olar ýeriň üstüni böleklere bölmeği, geodeziýany we ýeri ölçemegi **geometriýa** diýip atlandyrypdyrlar. Geodeziýa bilen geometriýanyň maksatlary bir bolupdyr. Şonuň üçin hem bu ylymlar birnäçe asyrlaryň dowamyn-da bilelikde ösüpdir. Soňraklar geodeziýa ýerde ölçemek we ýeriň parametrlerini kesgitlemek, emma geometriýa bolsa jisimlerin şekilini we olaryň özara ýerleşişlerini öwrenmek bilen meşgullanýan ylma öwrülipdir.

B.e.ö. VI asyrdan käbir ruhanylar Aý batmasyna gözegçilik etmek bilen, Ýeriň togalak görnüşlidigi baradaky netijä gelýärler. Olar Ýeriň Aýyň üstüne düşýän kölegesiniň serhediniň elmydama töwerek görnüşlidigine üns beripdirler. Munuň bolsa haçan-da Ýeriň togalak görnüşli formasy bolanda mümkin bolýandygyny hasaplapdyrlar. Ýeriň togalak formadadygy baradaky çaklamany (gipotezany) gadymy grek alymlary goldaýarlar.

**Aristotel** (b.e.ö. 384–322 ýý.) asman ýyldyzlaryna gözegçilik etmek bilen, diňe bir Ýeriň togalak görnüşlidigi baradaky netijä gelmän, eýsem Ýeriň ölçegleriniň onçakly uly dældigini belleýär. Ol Ýeriň üstünden demirgazyk ýa-da günorta ugra sähelçe hereket (süýşmek) bilen asman ýagtyltgyçlarynyň üýtgeýändigini belleýär. Aristotel bu barada aşakdaky taglymatlary öňe sürýär, ýagny has gündogarda ýerleşen Hindistan ýurdunda we has günbatarda ýerleşen Gibraltar aýlagynda piller ýaşaýarlar, emma aralyk ýurtlarda olar ýokdur. Netijede bolsa Günbatar Gündogar bilen birleşýär diýip pikir edýär, emma ol pilleriň bu iki sebitde bolmagynyň mümkin dældigini belleýär.

Ýokarda getirilen pikirler Aristoteliň şol döwürde abraýly alym bolanlygyndan habar berýär. Munuň özi alymyň Ýeriň togalak gör-



nüşiniň bardygy baradaky dogry netijä gelmegine esas döredýär. Bu bolsa şol döwrüň alymlarynyň Ýeriň togalak formasynyň bardygy baradaky jedellerini goýmaklaryna mejbur edýär.

Gadymy grek alymy *Pifagor* (takmynan, b.e.ö. 580–500-nji ýyllarda ýaşap geçen) ilkinji bolup «*Ýer togalak şekilli bolsa gerek*» diýen pikiri aýdypdyr. *Aristotel* we beýleki grek alymlary Ýeriň togalak şekillidigini subut edipdirler.

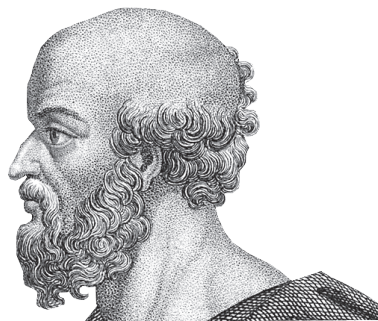
Ýer togalagynyň ululygyny kesgitlemegiň geometriki (geodeziki) usuly **gradus ölçegleri** diýlip atlandyrylýar. Ýer togalak şekilli diýlip alnanda, onuň ölçegleri *I°-lyk* meridianda ýerleşen iki nokadyň arasyndaky (*D*) aralygy geodeziki usulda ölçäp, nokatlaryň arasyndaky merkezi burçy (*φ*) astronomik usul bilen kesgitläp, meridianyň *I°-lyk* dugasynyň uzynlygyny tapmak bolar. Ýer ellipsoidiniň meridianynyň *I°-lyk* dugasynyň uzynlygy  $S = D/\Delta\varphi_2$  bolar. Meridianyň *I°-lyk* dugasynyň uzynlygy (*S*) belli bolsa, onda Ýer togalagynyň radiusynyň uzynlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

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

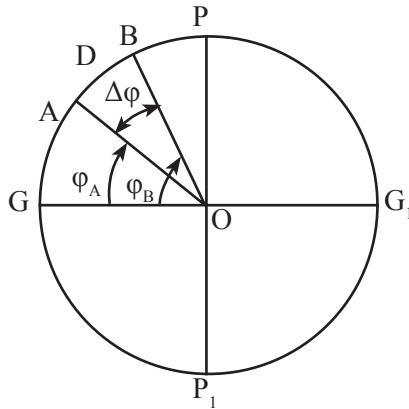
Geodeziýa ylmy gadym zamanlarda Arabystanda, Hytaýda, Hindistanda, Merkezi Aziýada, Gresiýada matematika we astronomiýa ylymlary bilen bir hatarda ösüpdir. Bu ýurtlaryň alymlary Ýeriň ululygyny kesgitlemekde köp işleri alyp barypdyrlar.

**Eratosfen Kirenalý.** Gadymyýetde (takmynan, b.e.ö. 276–196 ýý.) ýaşap geçen Eratosfen dünýäde ilkinji bolup fiziki geografiýany esaslandyran hem-de edebiyatçy alymdyr (*3-nji surat*).

Taryhy maglumatlara görä, Ýer togalagynyň ululygyny ilkinji bolup müsürli alym *Eratosfeniň* kesgitländigini anyklanylady, emma onuň alan maglumatlary Ýeriň häzirki zaman ölçeglerinden has daşda bolupdyr.

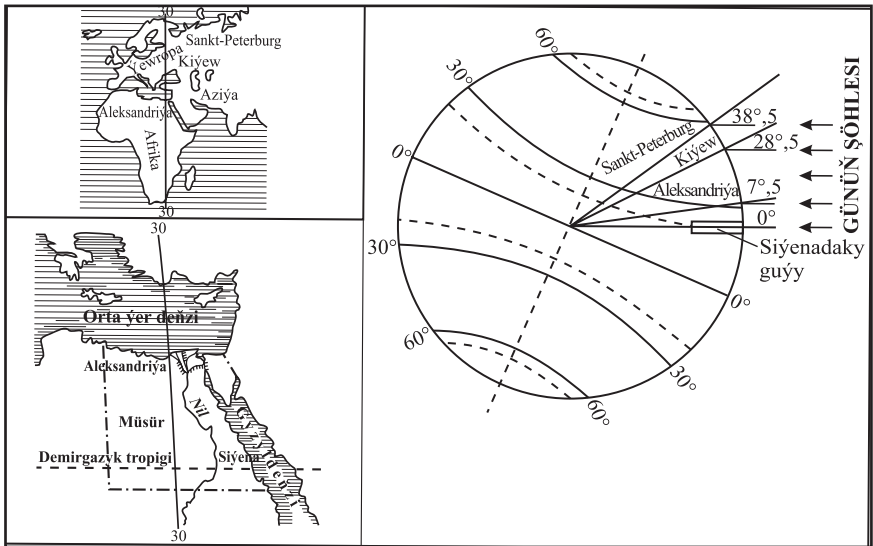


**3-nji surat.** Eratosfen Kirenalý



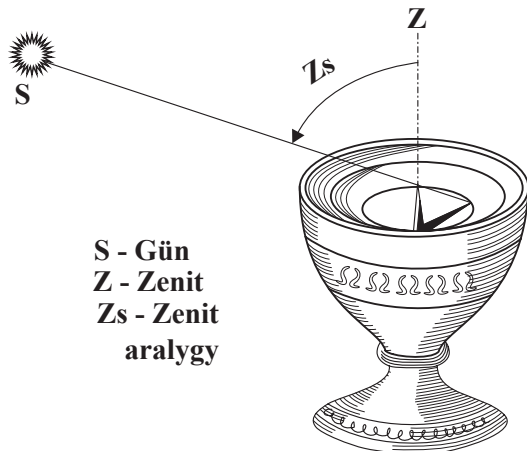
**4-nji surat.** Eratosfeniň Ýer togalagynyň parametrlerini kesgitlemekde ulanan usuly

Miladydan 250 ýyl öň ýaşan müsürli alym Eratosfen özüniň üç tomluk «Geografiýa» eseriniň II tomunda Ýer togalagynyň ölçeglerini kesgitlemek maksady bilen: «Aleksandriýa (giňligi  $31^\circ$ ) bilen Siýena (häzirki Asuan, giňligi  $24^\circ$ ) şäherleri bir meridianda ýatýar» diýip hasap edýär. Ol şu şäherleriň arasyndaky aralygy kerweniň geçişi boýunça 5000 stadiýa deň diýip alýar (5-nji surat).



**5-nji surat.** Görnükli grek alymy Eratosfeniň Müsürde geçiren ölçegleri

Alym Asuanda ýaz günleri Gün şöhlesiniň çuňňur guýynyň düýbüne düşýändigini we dik ornaşdyrylan taýagyň (gnomonyň) kölegesiniň bolýandygyny kesgitleýär (6-njy surat). Bu ýagdaýda Günüň zenit wagtynda (dik depede) zenit aralygynyň  $0^{\circ}$ -a deň bolýandygyny bilýär. Edil şol wagt Aleksandriýa şäherinde «gnomonyň» kömegi bilen Günüň şöhlesiniň düşýän wagtynda zenitden aýlanmagynyň 50-den bir böleginiň  $7,2^{\circ}$  uzaklaşýandygyny kesgitleýär (muny Gün sagat kasesi boýunça anyklaýar).



S - Gün  
Z - Zenit  
Zs - Zenit  
aralygy

#### 6-njy surat. Eratosfeniň ulanan skafis guraly

Müňkürlice ýol goýmazlyk maksady bilen, şu gözegçiligi ýazky (22-nji mart) we güýzki (22-nji sentýabr) Gün deňgünlüliginde hem geçirýär. Netijeler birmeňzeş alynýar. Soňra 5000-i 50-ä köpeltmek bilen Ýer togalagynyň uzynlygynyň 250 000 stadiýa, radiusynyň uzynlygynyň bolsa 39789 stadiýa deňdigini hasaplap çykarýar. Eger-de bir stadiýany ortaça 172 metre (148,5 metre) deň diýip alsak, Ýeriň radiusynyň uzynlygy 6844 km-e, töwreginiň uzynlygy 430 000 km bolsa,  $1^{\circ}$  meridianyň dugasynyň uzynlygy 119,4 km-e deň bolar. Eratosfeniň ulanan bu usuly **gradus ölçeg usuly** diýlip atlandyrylýar. Bu usul häzirki döwürde hem ulanylýar.

Ýer togalagynyň ululygyny kesgitlemegiň geometriki (geodeziki) usuly **gradus ölçegleri** diýlip atlandyrylýar. Ýer togalak şekilli diýip alnanda,  $1^{\circ}$  meridianda ýerleşen iki sany nokadyň arasyndaky ( $D$ ) aralygy geodeziki usulda we bu nokatlaryň arasyndaky merkezi burçy ( $\varphi$ )

astronomiki usulda ölçäp, meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygyny kesgitlemek bolar. Ýer ellipsoidiniň meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$S = \frac{D}{\Delta \cdot \varphi_2}.$$

Gadym döwürlerde geodeziýa ölçegleri diňe ýerleri bölmekde däl-de, eýsem inženerçilik işlerinde, ymaratlar gurlanda hem ulanylypdyr. Adamlar geodeziýa ölçegleri bilen ir wagtlardan bäri meşgullanypdyrlar. Geodeziýa ölçegleri, aýratyn hem, *Merkezi Aziýada, Hytaýda, Müsürde, Gresiyada* giňden ulanylypdyr. Geodeziýanyň Merkezi Aziýada esaslanylandygyny 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 çägindeki taryhy ýadygärlikleriň aglabasy mongol-tatar çozuşlary döwründe ýykylyp, ýumrulyp ýok edilipdir. Bu binalary gurmakda geodeziýa usullarynyň ulanylandygy jedelsizdir.

Gadymy grekleriň Ýeriň ölçeglerini kesgitlemekde ulanan usullary we alan netijeleri VIII asyryň ahylarynda we IX asyryň başlarynda arap *halyfy al-Mamunyň* köşgünde işlän bagdatly alymlara hem belli bolupdyr. Olar bu maglumatlary öz ölçegleriniň esasyna 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 ulanylmadygyny görkezýär, şeýle-de halifatda işlän alymlarda grek alymlarynyň alan maglumatlaryna ynam bolmandyr, emma Ýer togalagynyň radiusy, üstüniň meýdany, göwrümi we töwreginiň 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 Reyhan Al-Biruny* öz «*Geodeziýa kitabynda*» doly maglumat berýär.

**Muhammet Musa al-Horezmi.** *Muhammet Musa al-Horezminiň* doly ady Abu Abdallah (ýa-da Abu Jafar) Muhammet ibn Musa al-Horezmidir. Käbir ýagdaýlarda arapça ýazylyşyna görä oňa al-Huwaizmi diýip hem ýüzlenýärler. Görnükli alym Günbatar Ýewropada *Algorithmus* ady bilen bellidir (7-nji surat).

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. Musa al-Horezminiň doglan ýylyny şertli 783-nji ýyl (VIII asyryň ahylrlary) diýip almak kabul edilýär. Onuň aradan çykan ýyly bolsa 850-nji ýyl (käbir ylmy maglumatlarda 848-nji ýyl) hasaplanylýar.

Geodeziýanyň ösmegine *Musa al-Horezmi* hem uly goşant goşupdyr. Bagdat alymlarynyň geçiren işlerine beýik akyldaryň hem gönüden-göni gatnaşanlygy hakda subutnamalar bar. Ol şol wagtlar halyf al-Mamunyň çagyrmagy bilen şu topara, ýagny «*Akyldarlar (danalar) öýüne*» ýolbaşçylyk edipdir.

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. Bartold...* ýaly alymlary görkezmek bolar.

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

Gündogaryň beýik akyldary Muhammet al-Horezmi: «*Ekliptika: 12 sany bellilere, bellik 30°-lyk bölege, gradus 60 minuda, minut 60 sekunda, sekunt bolsa 60 tersiýa bölünýär*» diýip belleýär.

*Al-Mamunyň* buýrugy bilen geodeziýa ölçeglerini geçirmek üçin ýörite gurallary taýýarlamak senetçilere tabşyrylypdyr. Şonuň ýaly-da alymlar ölçeg işlerini geçirmek üçin amatly ýerleri agtarypdyrlar. Bu maksat bilen Masulyň günbatarynda Sinjar şäheriniň ýakynynda ýerleşen tekiz ýer saýlanyp alnypdyr. Bu ýerde Günüň günortanky beýikligini ölçemek üçin gerek nokady (punkty) hem saýlapdyrlar.



**7-nji surat.** Muhammet Musa al-Horezmi

Soňra alymlar iki topara bölünip, bir topar *demirgazyga*, beýleki topar bolsa *günorta tarapa* hereket edipdir. *Birinji topara* belli astronom (*Merwer - Rud* şäheriniň ýaşajysy) **Halid al-Merwerudly** 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 belgilenilen geografiki giňligiň kesgitlenilýän nokadynda Günüň günortanky beýikligini ölçäpdirler. Alnan netijeler biri-birinden kän tapawut etmändir. Maglumatlara görä, bir toparda *1°-lyk* meridianyň uzynlygy *56 mile*, beýleki toparda bolsa *56,7 mile* deň bolupdyr. Bir arap mili, takmynan, *1973 metre* deňdir. Onda Ýer togalagynyň *1°-lyk* meridianynyň 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 kesgitlemek üçin Bagdat alymlary dünýäde ilkinji bolup gönüden-göni meridianyň kesiminiň uzynlygyny ölçäpdirler we takyk netijäni alypdyrlar. *Eratosfen* bolsa astronomiki gözegçiligi geçirmek bilen çäklenipdir. *Aleksandriýa* we *Siyena* şäherleriniň arasyndaky aralyk amaly ölçenilmändigi sebäpli, alnan maglumatlar Ýeriň häzirki ölçeglerinden düýpgöter tapawutlanypdyr.



**9-njy surat.**

Abu Reýhan Biruny

**Abu Reýhan Muhammet ibn Ahmet al-Biruny** 973-nji ýylyň 4-nji sentýabrynda dogulýar (*9-njy surat*). Onuň doglan ýeri Horezmiň merkezi Kät şäheridir. Horezmde şol döwürlerde gadymy *yrakiler nesilşalygy* hökümdarlyk edipdir.

Abu Reýhan al-Biruny yslam dünýäsiniň 600-e ýakyn şäherleriniň geografiki koordinatyny (giňligini we uzaklygyny) kesgitlepdir. Ol geodeziýa ylmyny esaslandyryjy alym hasaplanylýar. Alym özüniň bu işini 1018-nji ýylyň oktýabr aýynda *Ürgençden* (häzirki Köneürgenç) Gazna şäherine gelen-

den soňra ýazmaga başlap, şol ýerde 1025-nji ýylyň oktýabr aýynyň 20-sine doly ýazyp gutarypdyr.

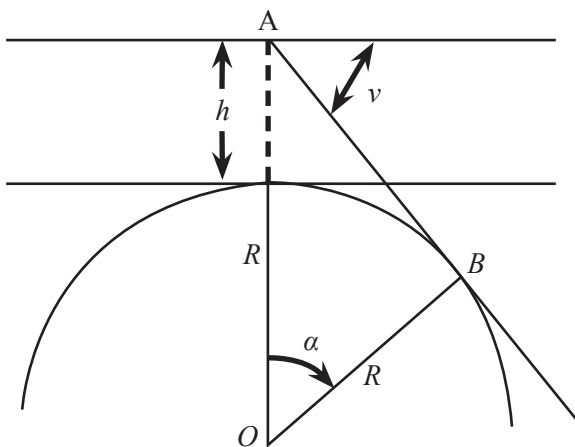
Abu Reýhan al-Biruny 1022-nji ýylyň ýaz aýlarynyň başynda Mahmyt Gaznalynyň Hindistana eden ýörişleriniň birinde *Penjap* düzlüginde, *Nandna* galasynyň ýakynynda ýerleşen bir beýik dagyň ýokarsyna çykyp, depesindäki nokatda durup gözýetimiň eňňitlik burçuny öz ýasan **astrolýabiýa** diýen guralynyň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

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

Bu ýerde:

$h$  – dagyň beýgelmesi.

Al-Birunynyň kesgitleýşiçe, Ýer ellipsoidiniň meridianynyň  $32^\circ$ -lyk giňlikdäki  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygy *55,887 mile* ýa-da häzirki metr uzynlyk birliginde *110275 metre* deňdir. Şu günki maglumatlara görä,  $32^\circ$ -lyk demirgazyk giňliginde meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygy *110883 metrdir*. Diýmek, Birunynyň gradus ölçeg netijeleri öz döwri we geljekki birnäçe asyrlaryň dowamy üçin takyk hasaplanylýar (*8-nji surat*).



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

Görnükli rus alymy **P. A. Bulgakow**: «Akyldaryň ýazan eserleriniň hemmesini biziň döwrümizde neşir etsek, olaryň hersiniň möçberi 35 çap listden ybarat bolan 40 tomluk kitap bolardy» diýip belleýär.

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

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

Galan ylmy işler ylmylaryň dürli pudaklaryna degişli bolup, aşakdaky ýaly sanawda berilýär:

a) matematiki geografiýa we geodeziýa – 8; b) kartografiýa – 4; ç) klimatologiýa we meteorologiýa – 3; d) mineralogiýa – 3; e) fizika – 1; ä) farmakologiýa – 1; f) taryh, etnografiýa we diniň taryhy – 15; g) filosofiýa – 4; h) edebiyat, bibliografiýa, edebi ýadygärliklere degişli terjimeler – 18.

Ýokarda belleýşimiz ýaly, **geodeziýa** – «*Ilatly mesgenleriň arasyndaky aralyklary kesgitlemek üçin ýerleriň serhetlerini anyklamak kitaby*» (Kitab tahdid nihaýyat al-amakan li-tashih masafat al-masakin) diýlip atlandyrylýar. Bu kitabyň *Stambul golýazmasy* rus diline görnükli gündogarşynas P. G. Bulgakow tarapyndan terjime edilýär.

Bu kitabyň girişinde geometriýanyň, arifmetikanyň we beýleki ylmylaryň gelip çykyşy, Birunynyň Ýer globusyny ýasamagy we da-gyň emele gelmeginiň nazaryýeti hakynda giňişleýin maglumatlar berilýär. Bu kitap 38 bölümden ybarat bolup, olar: 1-5) şäherleriň giňliklerini, uzaklyklaryny we asman ekwatoryna ekliptikanyň ýapgytlyk burçuny kesgitlemek, Birunydan öň ýaşap geçen alymlaryň hem-de öz ölçegleri, 6-25) dürli şäherleriň giňlikleriniň we uzaklyklarynyň



tapawutlaryny kesgitlemek, 26-38) Ürgençde we Gaznada Birunynyň özüniň Gipparha çenli dürli alymlaryň deňgünlülige wagtyny kesgitlemeklerinden ybarat.

Kitabyň bölümleri aşakdaky ýaly mazmuny öz içine alýar:

1. Şäheriň giňligini gönüden-göni kesgitlemek barada söz.
2. Iň uly gyşarmany gönüden-göni kesgitlemek barada söz.
3. Giňligi kesgitlemek we olaryň haýsy hem bolsa biriniň ululygy boýunça doly ýa-da hususy gyşarmalaryny hasaplamak.
4. Şäherleriň uzaklyklarynyň tapawudyny hasaplamak.
5. Iki sany punktuň geografiki koordinatalary (giňlik we uzaklyk) boýunça aralyklary kesgitlemek.
6. Bagdat we Reý şäherleriniň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.
7. Jürjanyň uzaklygyny kesgitlemek we onuň giňligini Reý we Jürjanyň geografiki koordinatalary boýunça hasaplamak.
8. Esasy şäher bolan Horezmiň uzaklygyny, özümiziň tapan Jürjanyň uzaklygynyň dogrulygyny subut etmek üçin ulanmak.
9. Jürjanyň we Balhyň uzaklygynyň tapawudyny kesgitlemek.
10. Darganyň (Biratanyň) giňligini we uzaklygyny (geografiki koordinatalaryny) Jürjanynyň we Balhyň geografiki koordinatalary boýunça kesgitlemek.
11. Amulyň (Türkmenabadyň) geografiki koordinatalaryny Balhyň we Jürjanynyň geografiki koordinatalary boýunça kesgitlemek.
12. Buharyň geografiki koordinatalaryny Darganyň we Amulyň koordinatalary boýunça kesgitlemek.
13. Buhara bilen Balhyň arasyndaky aralygy olaryň geografiki koordinatalary boýunça kesgitlemek (ters geodeziki mysaly).
14. Bagdadyň we Şirazyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.
15. Şirazyň we Zerenjiň, şeýle-de esasy şäher bolan Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.
16. Balhyň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

17. Bustuň we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

18. Bustuň we Gaznanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

19. Gaznanyň we Sijistanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

20. Bustuň geografiki koordinatalaryny Gaznanyň we Sijistanyň geografiýa koordinatalary boýunça kesgitlemek.

21. Kybla tarap ugry kesgitlemek; ony kesgitlemek üçin başga ýol – kesgitlemegiň ýene-de bir üçünji ýoly.

22. Bagdadyň we Rakkanyň uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

23. Rakkanyň we Isgenderiýanyň (Aleksandriýanyň) uzaklyklarynyň tapawudyny kesgitlemek.

24. Gipparhyň Radosdaky gözegçiligi, Ptolemeýiň Isgenderiýadaky gözegçiligi.

25. Şammasiýada we Bagdatda geçirilen gözegçilikler.

26. Halydyň Damaskdaky gözegçiligi, näbelli alymyň Bagdatdaky gözegçiligi.

27. Muhammet ibn Alynyň Nyşapurdaky gözegçiligi.

28. Doganlar Musanyň Samarradaky gözegçiligi.

29. Al-Battanyň Rakkadaky gözegçiligi.

30. Süleyman ibn Ysmynyň Balhdaky gözegçiligi.

31. Abul Hüseyin as-Sufynyň Şirazdaky gözegçiligi.

32. Abul Waffa al-Buzjanyň Bagdatdaky gözegçiligi.

33. Abu Reýhanyň Jürjandaky gözegçiligi.

34. Abu Reýhanyň Gaznadaky gözegçiligi.

Abu Reýhan Biruny özüniň kitabynyň ahyrynda ylma degişli bolan birnäçe goşmaça maglumatlary hem getirýär.

Goşmaçalar aşakdaky ýaly:

1. Bibliografiki gysgaltmalary görkezgiçler.

2. Atlaryň görkezgiçleri.

3. Geografiki we etniki atlaryň görkezgiçleri.

4. «Geodeziýada» ýatlanylýan eseriň görkezgiçleri.

5. Astronomiki predmet görkezgiçleri.

Abu Reyhan Biruny «Masudyň kanuny» we «Ýyldyzlar hakyn-da ylym» baradaky eserlerinde hem geografiýa degişli bolan bölümlerde giňişleýin maglumatlary getirýär. Ol geodeziýa ylmyna degişli aşakdaky traktatlaryň awtorydyr:

1. «Giňlik we uzaklyk barada sözleri gowulandyrmagyň kitaby (Kitab tahaýb al-akwal fi tashih al-urud wa-l-atwal)», 200 sahypa.

2. «Giňlige we uzaklyga girizilýän ýalňyşlyklar boýunça kitap (Kitab tashaf al-mankul min al-ard we-l-tul)», 40 sahypa.

3. «Ýeriň ýaşalýan ýerinde giňligi we uzaklygy anyklamak barada kitap (Makala fi tashih at-tul wa-l-ard li-masakin al-mamur min al-ard)», 20 sahypa.

4. «Giňlik we uzaklyk boýunça ýerleri kesgitlemek barada kitap (Makala fi taýyn al-balad min al-ard wa-t-rul)», 20 sahypa.

5. «Aleksandriýa minarasynda (maýagynda) Günüň batmagy barada (Fi gurub aş-şams ind minara al-Iskendriýa)», 40 sahypa.

6. «Giňligi we eňňidi kesgitlemekde agdyklyk edýän tapawutlar barada (Fi yhtilaf zawi al-fadl fi istihraj al-ard wa-l-maýl)»

7. «Kyblanyň azimutyny anyklamak boýunça soraglar we jogaplar kitaby (Kitab al-adjwiba wa-lasila li-tashih samt al-kibla)», 30 sahypa.

8. «Kyblanyň azimutyny kesgitlemek barada görkezmele-ri düşündirmek (Idah al-adilla ala kaýfiýýa samt al-kibla)», 25 sahypa.

9. «Kyblanyň azimutyny anyklamak üçin şertli täsirleri gowulandyrmak (Tahaib şurut al-amal li-tashih sumut al-kibal)», 40 sahypa.

10. «Bustda onuň giňligini we uzaklygyny anyklamak bilen Kyblany goýmak barada (Fi takwim al-kybla bu-Bust bi-tashih tuliha wa ardiha)», 15 sahypa.

11. «Kyblanyň täzeden (gaýtadan) anyklanylmagy barada (Fi inbias li tashih al-kybla)», 45 sahypa.

12. «Kyblany görkezme kitabynda» tötänleýin ýalňyşlygy düzetmek (Talafi awarid az-zallat fi kitab dalail al-kybla)»

13. «Ýeriň ýaşalýan ýeriniň araçägini kesgitlemek we olary şekilde anyklamak (Tahdid al-mamura wa tashihuha fi-s-sura)».

«*Geodeziýany*» ýazmak işleri örän haýal gidipdir, kähalatlarda arakesme hem ara düşüpdür. Birunynyň bu arakesmeleri özüniň boş wagtlaryny islegine görä peýdalanyp bilmändigi bilen baglanyşyklydyr. Şeýle-de bolsa kynçylyklara döz gelip, köp güýjüni sarp etmek bilen ukusyz gijeleriň netijesinde 1018-nji ýylyň güýzünde işiň üçden bir bölegini ýazyp gutarypdyr. Birunynyň özüniň aýdysyna görä, «*Geodeziýa*» kitabyňy ol 1025-nji ýylyň oktýabr aýynyň 20-sine doly ýazyp gutarypdyr.

Biz Abu Reýhan Birunynyň dünýägaraýsy we eserleri bilen taňşanymyzda onuň giň düşünjeli, çuňňur bilimli bir danalygyny gördük. Biruny özüniň ylmy durmuşynda ylmyň köp ugurlary bilen meşgullanýar we juda uly işleri bitirýär.

Al-Biruny «*Geodeziýa*» eserinde ylmyň halk hojalygyndaky ornuny, wezipelerini esaslandyrypdyr. Ol bu barada: «Umuman alnanda, «*Geodeziýa*» ýeriň üstünde erkin alnan nokadyň koordinatalaryny kesgitlemegiň usullary, şu nokadyň uzaklyk boýunça günbatar we gündogar meridianlarynyň hem-de giňlik boýunça Demirgazyk we Günorta polýuslaryň arasynda ýerleşşi, nokatlaryň arasyndaky aralyklaryň we olaryň azimutlarynyň biri-birine oňositellikde kesgitlenilişi, başlangyç nokadyň koordinatasy, punktlaryň arasyndaky aralyk we azimut belli bolsa göni, ilatly mesgenleriň koordinatalary belli bolanda ters geodeziki mysallary çözmek» we ş.m. baradaky eserdir diýip ýatlapdyr.

1048-nji ýylyň dekabir aýynyň 11-inde ertir irden Abu Reýhan al-Birunynyň ýagdaýy erbetleşip başlaýar. Ol ýanyna Abul Fazl al-Sarahsyny çagyryýar we dessine gyssagly Abu Hamydy getirmegi haýyş edýär.

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

1690-njy ýylda **I. Nýuton** (1643–1727-nji ýyllarda ýaşap geçen) Bütindünýä dartyлма kanunyna esaslanyp, «*Ýeriň polýuslary biraz gysga, ýagny ellipsoid şekillidir*» diýen pikiri öňe sürüpdir. 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 döräpdir. Muny subut etmek maksady bilen, Pariž Ýlymlar akademiýasy *Peruda* (1732–1742-nji ýyllar), *Laplandiýada* (1736–1737-nji ýyllar) we *Fransiýada* geçiren gradus ölçegleriniň netijesine esaslanyp, meridianyň  $1^\circ$ -lyk dugasynyň uzynlygynyň geografiki giňlige bagly bolýanlygy görkezilendir hem-de Ýeriň ellipsoid şekillidigi tassyklanyladyr.

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

Bu bolsa XVII asyryň 70-nji ýyllarynda Ýeriň togalak şekildediginiň ylmy taýdan doly subut edilendigini delillendirýär. Munuň özi Ýeriň ululygy dogrusynda ygtybarly maglumatlar bolup ylma ornaşdy.

XIX asyryň başlarynda dürli ýurtlarda alnyp barlan astronomiki-geodeziki işleriň netijesinde Ýeriň şekiliniň ellipsoidden biraz tapawut edýändigini açyldy. Meşhur alym **P.S. Laplas** *Fransiýada* we ýurtlarda alnyp barlan gradus ölçegleriniň netijelerini seljermek bilen meridianyň dugasynyň uzynlygynyň ekwatoran polýuslara tarap ugurda bir görnüşli uzynlykda dældigini kesgitledi. Şuňa esaslanyp, 1873-nji ýylda nemes fizigi **I.W. Listing** (1808–1882-nji ýyllarda ýaşap geçen) «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* şekiliniň, Ýeriň dartyлма 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 oýlanylyp tapylypdyr. Ilkinji optiki trubaly gurallar, ýagny niwelirler XVII asyryň ikinji ýarymynda ýasalýar. Niweliri niderland alymy, inžener **H. Gýuýgens** oýlap tapydyr.

Optiki trubaly teodoliti bolsa XVIII asyryň ahrylarynda inlis mehanigi **J. Ramsden** ýasapdyr. Bu teodeolit diňe gorizontal burçlary ölçemäge ukyply bolupdyr. Wagtyň geçmegi bilen teodolitiň wertikal tegelegini görüş trubasynyň aýlanma okuna birleşdirmek, şonuň bilen birlikde wertikal burçlary hem ölçemek mümkin bolupdyr.



**10-njy surat.**

Feodosiy Nikolaýewiç  
Krasowskiý

**Feodosiy Nikolaýewiç Krasowskiý.** Görnükli rus geodeziýaçysy, alym F.N. Krasowskiý 1878-nji ýylda eneden dogulýar. (10-njy surat).

1946-njy ýylyň 7-nji aprelinde öňki SSSR-iň çäginde ähli geodeziýa işlerini geçirmek üçin hökmany bolan *Krasowskiniň ellipsoidi* kabul edilýär. Onuň esaslandyran bu ellipsoidi Türkmenistanyň çäginde geçirilýän islendik görnüşli geodeziýa işleri üçin hökmany diýlip ulanylýar.

Geodeziýaçy alym F.N. Krasowskiý 1948-nji ýylda aradan çykýar.

## 5. Geodeziki işler we önümçilik prosesleri

Geodeziki işler *meýdan we kameral* ýaly görnüşlere bölünýär. İşleriň esasy mazmuny *meýdan ölçegleri, kameral hasaplamalar we grafiki bezemek (tertipleşdirmek)* ýaly proseslere bölünýär.

1. Plan, karta we profilleri almak maksady bilen, ýeriň üstünde geçirilýän ölçeg işlerinden (meselem, trassany goýmak, binalary bölmek we ş.m.) durýar. Geodeziki ölçegleriň obýektleri: burçlar – *gorizontal* we *wertikal*, aralyklar – *ýapgyt*, *gorizontal* we *wertikal* ýaly görnüşlerde bolýar. Bu ölçegleriň önümçiligi üçin geodeziki gurallar we abzallar ulanylýar. Olar:

a) çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek üçin gurallar (ölçeg lentalary, simler, lazer ruletkalary, elektron uzaklykölçeýjileri we ş.m.);

b) burç ölçeýji gurallar (adaty we elektron kompaslar, optiki, elektron we sanly teodolitler we ş.m.);

ç) wertikal aralyklary ölçemek üçin ulanylýan gurallar (optiki, elektron we sanly niwelirler, kodly reýkalar we ş.m.);

d) ölçegleriň netijeleri önümçilik üçin niýetlenilen ýörite dergilerde (žurnallarda) belleniýär. Bu ýagdaýda, adaty, ýer üstüniň shematiki çyzgysy düzülýär. Bu çyzgy **abris** ýa-da **kroki** diýlip atlandyrylýar.

2. Hasaplama prosesi ölçegleriň san netijelerini matematiki taýdan hasaplamakdan ybarat.

Geodeziki hasaplamalar kesgitlenen shema boýunça geçirilýär. Oňyn düzülen shema hasaplamagy belli bir zygiderlikde gerek bolan netijäni çalt tapmaga we hasaplamagyň dogrulygyny öz wagtynda gözegçilikde saklamaga ýardam berýär. Hasaplama zähmetini ýeňilleşdirmek üçin dürli görnüşli goşmaça serişdeler: tablisalar, grafikler, nomogrammalar, hasap çyzgyçlary, hasaplaýyş maşynlary ulanylýar.

3. Grafiki prosesler geçirilen ölçegleriň we hasaplamalaryň netijeleri goýlan şertli belgileri saklaýan çyzgy görnüşinde aňladylýar. Geodeziýada haýsy hem bolsa resminama illýustrasiýa bolman, eýsem geodeziki önümçiligiň önümi hasaplanylýar. Onuň esasynda biraz soňrak dürli hasaplamalar we projektirmek işleri geçirilýär. Şular ýaly çyzgylar örän çintgelip barlanylýar we takyk berlenleriň esasynda gurlan (düzülen) bolýar. Bu çyzgylar ýokary hilli grafiki takyklygyny we bezegini almalydyr.

## 6. Masştab barada düşünje

Karta bilen işlemezdən öňürti, *masştab* baradaky düşünjani almak zerurlygy döreyär. «*Masştab*» gelip çykyşy boýunça nemes sözi bolup, türkmen dilinde «ölçeg taýajygy» diýen manyda ulanylýar.

**Masştab** – bu kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň (1 *sm*-de ýa-da *mm*-de), ýerdäki şol çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygydyr ( $S$ ;  $m$ ). Ony aşakdaky ýaly belläp bolar:

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

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

**Masştab**, başgaça aýdylanda, şekillendirilýän ýer böleginiň (çyzygyň uzynlygynyň) näçe esse kiçelýändigini görkezýän san bahasydyr. Masştablar *sanly* we *çyzykly* görnüşinde tapawutlandyrylýar.

*Sanly masştab* drob görnüşli aňladylýar, onuň sanawjysynda 1 bolup, maýdalawjysynda 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.

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

**1-nji mysal.** Ýerdäki çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli:  $m = 1:5000$  (1 *sm* = 50,0 metr),  $l = 9,6$  *sm* bolsa, onda  $S = 9,6 \times 50,0 = 480,0$  metr bolar.



**2-nji mysal.** Kartanyň masştaby  $1:10000$ ,  $l = 4,5$  sm bolsa, onda ýerdäki çyzygyň uzynlygy:  $S = 100,0 \times 4,5 = 450,0$  metr bolar.

Indi bolsa ýerdäki gorizontol kesimiň uzynlygy we planyň masştaby belli bolan ýagdaýynda plandaky ýa-da kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemäge degişli mysallara ýüzleneliň.

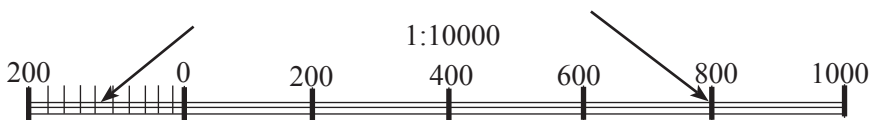
**3-nji mysal.** Çyzygyň gorizontol kesiminiň uzynlygy  $S=256,56$  m, kartanyň masştaby  $1:10000$  bolsa, onda kartadaky çyzygyň uzynlygy  $l = 256,56 / 100,00 = 2,5$  sm bolar.

**4-nji mysal.** Çyzygyň gorizontol kesiminiň uzynlygy  $S=1278,95$  m, kartanyň masştaby  $1:25000$  bolsa, onda kartadaky çyzygyň uzynlygy  $l=1278,95 / 250,00 = 5,1$  sm bolar.

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

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

Çyzykly masştab çyzgyçlary işlemek üçin amatly bolar ýaly metal esasa geçirilip ýasalýar. Çyzgyçlaryň uzynlygy, adatça,  $20$  sm-e çenli aralykda alynýar. Suratdaky çyzykly masştab çyzgyjynyň uzynlygy  $12$  sm-e, beýikligi  $2,5$  mm-e (kähalatlarda  $3$  mm-den hem alynýar) deňdir (*11-nji surat*).



**11-nji surat.** Çyzykly masştab çyzgyjy

Masştab çyzgyjynyň uly bölegine **onuň esasy** diýilýär we ol  $1$  we  $2$  sm-den alynýar. Suratda masştab çyzgyjynyň esasy  $2$  sm-den alnandyr. Çyzykly masştab çyzgyjynyň çetki iň soňky çep bölegine **onuň nomogrammasy** diýilýär. Nomogrammanyň kömegi bilen ölçenilýän çyzyklaryň uzynlygy has takyk geçirilýär. Bu bölek, öz

gezeginde, *gorizontal* ugurda 10 sany deň bölege bölünip, olaryň her birine 1 ýa-da 2 mm uzynlyk birligi (esasyna baglylykda) düşýär. Kartanyň masştabyna laýyklykda, her bir kesime düşýän san bahasy goýulýar. Nomogrammanyň sag kesimine 0 baha, çepindäki bölegine bir esasyň uzynlygyna düşýän san, sagdaky esaslara bolsa masştaba bagly bolan sanlar goýlup çykylyar. Biziň mysalymyzda, kartanyň masştaby 1:10000 bolanlygyndan 0-dan çep 200 m, 0-dan saga bolsa, degişlilikde, 200 m, 400 m, 600 m, 800 m we 1000 m bahalar ýazylyar.

Çyzykly masştab çyzgyjynyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny 0,5 mm takyklykda ölçemek bolar.

Çyzykly masştabyň 1 sm-iniň 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 degişli bolan) bölünen. Bu bolsa masştabyň takyklygy (*b*) bolar. Ol aşadaky formulanyň kömegi bilen berilýär:

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

0,1 mm-e deň bolan ýeriň üstündäki çyzygyň kartadaky uzynlygyna **masştabyň predel takyklygy ( $b_1$ )** diýilýär. Ol aşadaky ýaly berilýär:

$$b_1 = 0,1 \text{ mm} = \frac{1}{10} \cdot b = 1 \text{ m.}$$

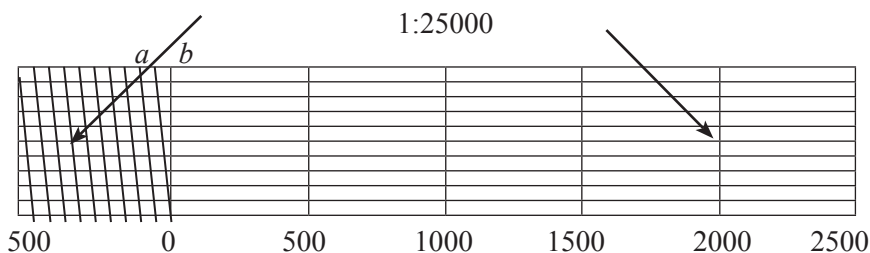
Meselem, 1:1 000 000 bolsa, onuň predel takyklygyny kesgitlemeli.

$$a = 1 \text{ sm} = 1\,000\,000 \text{ sm} = 10\,000 \text{ m} = 10 \text{ km};$$

$$b = 1 \text{ mm} = 100\,000 \text{ sm} = 1000 \text{ m} = 1 \text{ km};$$

$$b_1 = 0,1 \text{ mm} = 10\,000 \text{ sm} = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km.}$$

Çyzgyjyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygy ölçenilen diýeliň. Ölçenilende sirkul – ölçeyjiniň bir aýagyny hökman dik çyzyklaryň birine, beýleki aýagyny bolsa nomogrammanyň içine düşürmelidir. Suratda sirkul–ölçeyjiniň aýaklarynyň arasyndaky aralyk  $800 \text{ m} + 120 \text{ m} = 920 \text{ metre}$  deňdir.



**12-nji surat.**  
Kese masştab çyzgyjy

Plany ýa-da kartany gurmagyň, şeýle hem ölçemegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen kese masştab çyzgyçlaryny peýdalanmak amatlydyr. Kese masştab çyzgyjyny gurmak üçin göni gorizontaly çyzgyň üstünde birnäçe gezek masştabyň esasy *1* ýa-da *2 sm* ölçäp goýýarys. Çyzgyň başyndan we ahyryndan dik ugurlarda masştab çyzgyjynyň beýikligi, ýagny *2,5-3 sm* alnyp goýulýar. Soňra bu çyzyklarda *0-dan 2,5 sm* aralygy deň, ýagny *2,5-3 mm-den* kesimleri alyp goýýarys. Bölünen kesimlerde goýlan nokatlar gorizontaly ugurda göni çyzyklar bilen birleşdirilýär (*12-nji surat*).

Iň soňky çepdäki esas *10* bölege bölünip (gorizontaly ugurlarda), gysyk, ýapgyt çyzyklar geçirilýär. Bu çyzyklara **transwersallar** diýilýär. Birleşdirilende ýokarky esasyň *1-nji* nokady bilen aşaky esasyň *0-njy* nokady birleşdirilip, galanlary oňa parallel edilip geçirilýär. Grafigi gurmagyň netijesinde suratdaky kese masştab çyzgyjy alnýar. *0-dan* çepdäki bölege **masştab çyzgyjynyň nomogramasy** diýilýär. Kese masştab çyzgyjyny aşakdaky ýaly peýdalanmak mümkin. Ýerdäki çyzgyň gorizontaly kesiminiň uzynlygy *355 metre* deň diýeliň, planyň masştaby *1:5000* bolsa, onda masştabyň esasy *2 sm-e* deň bolanda *100 metr* uzynlyk birligi düşýär. Şu bahadan ugur almak bilen, kesimiň uzynlygy masştabda goýulýar. Masştab boýunça planyň *2 santimetrine 100 m*, *2 mm-ine 10 m*, *0,2 mm-ine 1 m* uzynlyk birlikleri düşýär. Bahalardan ugur almak bilen gerek bolan kesimiň uzynlygy masştab çyzgyjynda alnyp

goýulýar. Şu ýerde bir zady bellemek has-da zerurdyr, ýagny sirkul-ölçeýjiniň aýaklarynyň çyzygyň uzynlygy ölçenilýän wagty bir gorizonta kesimde ýerleşdirilmegi zerurdyr. Ölçeg wagtynda sirkul-ölçeýjiniň bir aýagy  $300\text{ m}$  ýazylan wertikal çyzyga, beýleki aýagy bolsa  $0\text{-dan}$  baş bölek çepe we şol çyzyk boýunça baş bölek ýokary götermek bilen alynýar. Bu ýagdaýda ölçenilen aralyk  $355\text{ metre}$  deňdir. Suratdaky sirkul – ölçejiniň kömegi bilen ölçenilen çyzygyň uzynlygy  $2325\text{ metr}$  ( $1:25000$  masştably kartada) bolar.

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

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

**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 çyzygynda ýeriň üstündäki çyzygyň iň gysga aralygyny goýmaga mümkinçilik berýän bahasyna **masştabyň takyklygy** diýilýär. Planyň ýa-da kartanyň  $0,1\text{-}0,2\text{ mm}$  aralygyna düşýän bahasyna **nazary baha** diýilýär, emma onuň amaly (praktiki) bahasy  $0,2\text{-}0,5\text{ mm}$  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  $10000\text{-e}$  bölmek bilen kesgitlemek aňsat. Meselem,  $1:10000$  masştably kartanyň takyklygy  $1\text{ m}$ ,  $1:5000\text{-}0,5\text{ m}$ ,  $1:25000\text{-}2,5\text{ m}$  we ş.m. bolar.

Masştabyň takyklygy surata almagyň masştabyny saýlap almakda «Ýer üstüniň haýsy obýektlerini surata düşürmeli dä», ýagny «Ol berlen masştabda görkezilmeýärmä» diýen ýaly soraglara-da jogap berýär.

Eger-de ölçenilýän çyzygyň uzynlygy masştab çyzygyndan uzyn bolsa, onda çyzygy böleklere bölmek bilen ölçemek gerek.

## 7. Karta, plan we profil barada düşünje

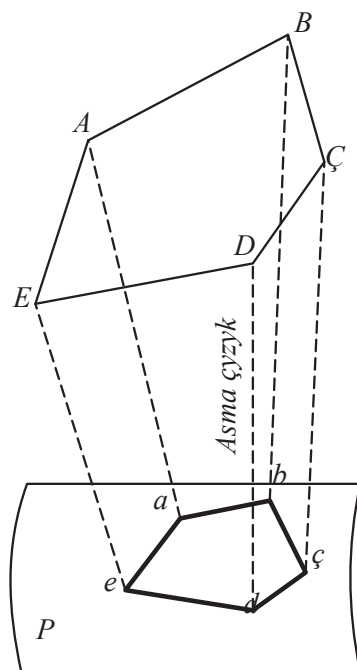
Topografiki kartany almak maksady bilen, ýeriň üstündäki nokatlaryň ählisini ondan ýönekeý bolan üste teswirlemek gerekdir. Bu üste **otnositellik üsti** diýilýär. Şeýle üst referens – ellipsoidiň ýa-da tekizligiň üsti bolup biler.

Ýeriň üstündäki nokatlary otnositellik üstüne proyektirlemegiň dürli usullary bar. Proyektirlemegiň usullary alnan proyeksiýanyň häsiýetlerine baglydyr.

Geodeziýada bitewi meýdan çäginini ýa-da onuň uly bölegini proyektirlemek asma çyzyklaryň kömegi bilen geçirilýär (13-nji surat). Normal çyzygyň ugrunyň az gysarýandygy sebäpli, ony asma çyzygyň ugry bilen gabat gelýär diýip kabul etmek bolar. Düzedişler diňe anomaliýaly sebitler üçin girizilýär.  $P$  tekizlikde alnan  $abcde$  başburçlugy ýerdäki  $ABÇDE$  başburçlugynyň proyeksiýasy hasaplanýlýar.

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

Tutuş Ýer üstüni ýa-da onuň uly bölegini tekizlikde şekillendirmek üçin, ilki bilen, ähli nokatlar ýa-da çyzyklar ellipsoidiň üstüne proyektirlenilýär. Soňra ellipsoidiň üstü tekizlige öwrülýär. Bu bolsa haýsy hem bolsa kartografiki proyeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylýar. Şu tekizlige kesgitlenilen matematiki kanunlaryň esasynda ýer üstüniň elementleri geçirilýär. Netijede, şol ýa-da beýleki proyektir-



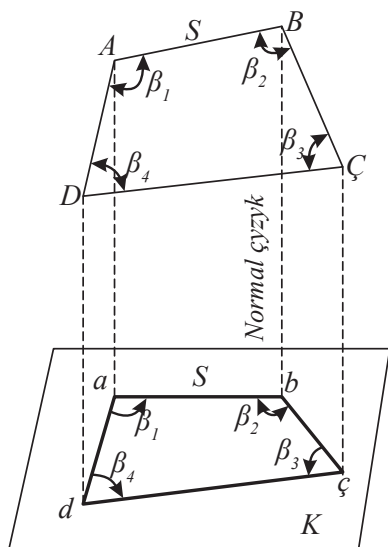
13-nji surat. Proyektirlemegiň usuly (kartanyň alnyşy)

siýalarda berlen çäkleri şekillendirmekde ýoýulmalar emele gelýär. Ýoýulmanyň möçberi şekillendirilýän ýeriň meýdanyna (çägene) bagly bolýar, ýagny suratlandyrylýan meýdan çägi näçe uly bolsa, şonça-da ýeriň egriligini hasaba almagyň netijesinde ýoýulmalar döreýär.

**Karta** – bu tutuş Ýer üstüniň ýa-da onuň uly böleginiň kiçeldilip, kesgitlenilen matematiki kanunlaryň esasynda Ýeriň togalak şekillidigini hasaba almak bilen emele gelen şekilidir.

«Karta» sözi gelip çykyşy boýunça «*chares*» grek sözünden bolup, türkmen diline «*hat ýazmak üçin papirus gabygy*» diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Uly bolmadyk ýer üstüniň böleklerini proyektirlemekte 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 proyektirlenilýän proyeksiýa berlen tekizlige perpendikulýar bolýar we ýerdäki  $S$  çyzyklaryň gorizonttal kesimleri alynýar (14-nji surat).



**14-nji surat.** Proyektirlemeginiň usuly (planyň alnyşy)

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

$K$  tekizlikde alnan  $abçd$  dörtburçlugy ýerdäki  $ABCD$  dörtburçlugynyň gorizonttal proyeksiýasydyr.

**Plan** – ýer üstüniň uly bolmadyk böleginiň kiçeldilip, mahsus tekizlikde alnan şekilidir. Planda ýeriň togalak 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 beýgelyändigigi ýa-da peselýändigigi, ýagny üstüň relýefi (*umumygeografiki we topografiki, gipsometriki, morfologiki kartalardan başgalarda*) baradaky düşüňjani almak mümkin däldir. Eger-de ýeriň üstünde berlen çyzyk boýunça pikirde wertikal tekizligi geçirsek, onda ol göni çyzygy kese kesik arkaly keser. Netijede, *ýer üstüniň profili* alnar.

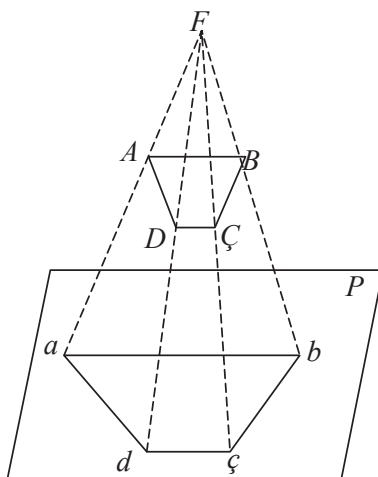
**Profil** – bu Ýer üstüniň kese kesiginiň kiçeldilip tekizlikde suratlandyrylan şekilidir.

*Profil* iňlis sözi bolup, türkmen diline «*kese kesik*» diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Geodeziýada ady tutulan proyeksiýalardan daşary *merkezi proyeksiýa* hem giňden ulanylýar (15-nji surat).

Teswirlemek  $F$  nokatdan çykýan çyzyklar bilen geçirilýär.  $F$  nokada **teswirlemegiň merkezi** diýilýär.

$P$  tekizlikdäki  $abcd$  dörtburçlugy ýerdäki  $ABCD$  dörtburçlugynyň proyeksiýasydyr. Bu proyeksiýa, adatyça, ýer üstüni fototopografiki surata almak proseslerinde ulanylýar.



**15-nji surat.**  
Merkezi proyeksiýa

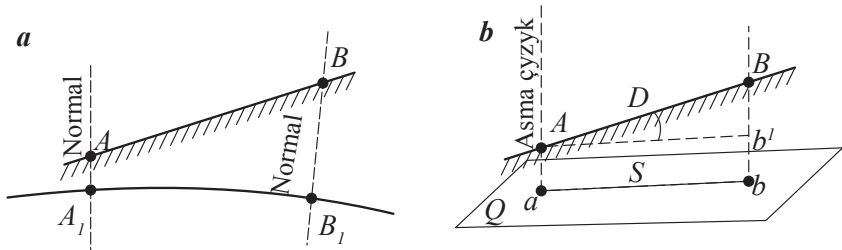
## 8. Ýer üstündäki ölçeg elementleri

Ýer 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 **proýektirmek** diýilýär. Alnan surata bolsa **şol ýer böleginiň proyeksiýasy** diýilýär. Geodeziýada, adatyça, gönüburçly (ortogonal) proyeksiýa ulanylýar.

Geodeziýa ölçeglerinde esasy üst hökmünde kabul edilen üste ugrukdyrylan normal (perpendikulýar) teswirleýji çyzykdan peýdalanýlar. Ýerdäki  $AB$  göni çyzygy ellipsoidiň üstüne  $AA_1$  we  $BB_1$  nor-

mal çyzyklar boýunça proyektirläliň (16-njy 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.



**16-njy surat.** Çyzygyň gorizontel kesiminiň uzynlygy:  
 $a$  – ellipsoidiň üstünde;  $b$  – gorizontel tekizlikde

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

Ýerdäki  $AB$  göni çyzygy perpendikulýar ýerleşen gorizontel tekizlige proyektirläliň (16-njy (a) surat). Netijede,  $AB$  göni çyzygyň gönüburçly ýa-da ortogonal proyeksiýasyny alarys.  $P$  tekizlikde alnan  $ab$  çyzyga **ýerdäki  $AB$  göni çyzygyň gorizontel kesimi** diýilýär.

Ýeriň üstünde asma çyzygy tapmak maksady bilen, *asma ýük-jagazly sapagy* ýa-da *optiki sentrirleri* ulanmak mümkin. Ýerde göni çyzygyň uzynlygyny inwar siminiň, fiziki we optiki uzaklykölçejjileriň, ölçeg ruletkalarynyň ýa-da beýleki has sada usullaryň kömegi bilen ölçemek bolar.

$M$  tekizlikdäki  $BAS$  gorizontel burçuň proyeksiýasyny tapjak bolsak, onda  $AB$  we  $AS$  taraplaryň üsti bilen asma teswirleýji tekizlikleri geçiryäris. Bu tekizlikleriň  $M$  tekizlik bilen kesişmeginde esasy burçy alýarys. *Bu  $BAS$  gorizontel burçudyr* (16-njy (b) surat). Ol geodeziýada  $\beta$  harpy bilen belgilenilýär.



Horizantal burçlar ýerde ýöriteleşdirilen burç ölçýjji gurallaryň kömegi bilen ölçenilýär. Geodeziýa işlerinde diňe gorizantal burçlar ölçenilmän, wertikal burçlar hem ölçenilýär.

*Wertikal burç* bu ýeriň üstündäki çyzyk bilen gorizantal tekizligiň arasyndaky burçdur (17-nji surat). Ol geodeziýada  $v$  (nyu) harpy bilen belgilenilýär.

Çyzygyň gorizantal kesiminiň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

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

Bu ýerde:

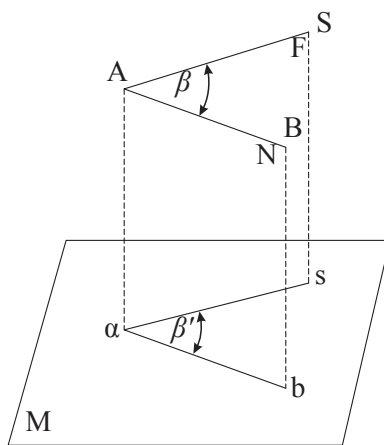
$S$  – çyzygyň gorizantal kesiminiň uzynlygy (m);

$D$  – ölçenilen çyzygyň uzynlygy (m).

**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 gorizantal kesimiň uzynlygyndan az tapawutlanýar. Eger-de  $v = 0^\circ$  deň bolsa, onda ýerdäki göni çyzygyň uzynlygy onuň gorizantal kesiminiň uzynlygyna deň bolar.



**17-nji surat.** Gorizantal burçuň tekizlikdäki proyeksiýasy

## 9. 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 ululygy ölçemek şol ululygy onuň ölçeg birligi hökmünde kabul edilen ululyk bilen deňeşdirmäge esaslanýar.

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

*Geodeziýada çyzyk ölçeginiň birligi hökmünde 1 metr (m) kabul edilendir.* Metriň ilkinji kesgitlemesi *Pariž meridianynyň çäryek 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) ölçegleriniň we agramlarynyň Halkara Býurosynda saklanylýar. Galan metr – prototipler bolsa bije atmagyň esasynda döwletlere paýlanyldy. Russiýa bolsa şol döwürde iki sany metr-prototip gelip düşýär. № 11 metr – prototipi Russiýanyň Ylymlar akademiýasynda saklanylýar. № 28 metr – prototip bolsa Russiýanyň Metereologiýa ylmy-barlag institutynda saklanylýar.

**1960-njy ýylda** agramlaryň we ölçegleriň Esasy konferensiýasynda bitewi 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 oktyabr aýynda HBS-de metriň täze kesgitlemesi kabul edildi. Munda metriň (*m*) tekiz elektrik magnit tolkunlarynyň wakuumdan  $1:299792458$  sekuntda geçilendäki aralygyna deňligi kesgitlenildi.

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

Tekiz burçuň birligi hökmünde gradus we onuň üňüleri: *minut we sekunt*, şeýle-de edil şular ýaly birlik hökmünde *gon (grad)* we onuň degişli üňüşleri: *santigon* we *milligon* ulanylýar. *Doly burç 360°-a (gradusa), 1° = 60' (minuda) we 1' = 60" (sekunda) deňdir*, emma ikinji birlikde *doly burç 400<sup>g</sup> (gona), 1<sup>g</sup> = 100<sup>c</sup> (santigona) we 1<sup>c</sup> = 100<sup>cc</sup> (milligona) deňdir.*

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

**Radian** – bu iki radiusyň arasyndaky burç bolup, onuň dugasy-nyň uzynlygy radiusynyň uzynlygyna deňdir. Radian bilen birlikde burçy graduslarda (gradus birliginde) ölçemek hem geçirilýär. Gradus ( $1^\circ$ ) göni burçuň  $1/90$ -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 arabağlanyşyk saklanylýar:

$$1 \text{ rad} = 57,3^\circ = 3438' = 206265''.$$

Bir burç birliginden beýlekisine geçmek üçin aşakdaky gatnaşyklardan peýdalanylýar:

$$1 \text{ doly burç} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ = 400^g;$$

$$1 \text{ göni burç} = \pi/2 \text{ rad} = 90^\circ = 100^g;$$

$$1 \text{ gradus } (^\circ) = \pi/180^\circ = \text{göni burçuň } 1/90^\circ \text{ bölegi};$$

$$1 \text{ minut } (') = \pi/(180 \cdot 60) \text{ rad} = \text{gradusyň } 1/60 \text{ bölegi};$$

$$1 \text{ sekunt } (") = \pi/(180 \cdot 60^2) \text{ rad} = \text{minudyň } 1/60 \text{ bölegi};$$

$$1 \text{ gon } (^\text{g}) = \pi/200 \text{ rad} = \text{göni burçuň } 1/100 \text{ bölegi};$$

$$1 \text{ santigon } (^\text{c}) = \pi/(200 \cdot 10^2) \text{ rad} = \text{gonuň } 1/100 \text{ bölegi};$$

$$1 \text{ milligon } (^\text{cc}) = \pi/(200 \cdot 10^3) \text{ rad} = \text{gonuň } 1/1000 \text{ bölegi}.$$

Meýdan ölçegleriniň birlikleri kwadrat birlikleri bolup: *metr kwadrat* ( $m^2$ ), *kilometr kwadrat* ( $km^2$ ), *desimetr kwadrat* ( $dm^2$ ), *santimetr kwadrat* ( $sm^2$ ), *millimetr kwadrat* ( $mm^2$ ) hyzmat edýär. Ýer üstüniň 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 birliginde *sagat*, *minut* we *sekunt* ( $s$ ), massany ölçemekde *kilogram* ( $kg$ ), güýji ölçemekde – *nýuton* ( $N$ ), basyşy ölçemekde – *paskal* ( $Pa$ ), temperaturany ölçemekde – *kelwin* ( $K$ ) we ş.m. ulanylýar.

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

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

## Geodeziýada ulanylýan käbir halkara ölçeg birlikleri

### I. Uzynlyk birlikleri:

1 dýuým (inch) .....	0,0254 m;
1 fut (foot) .....	0,3048 m;
1 ýard (yard) .....	0,9144 m;
1 deňiz halkara mili (n-mile) .....	1852 m
1 gury ýer mili (ABŞ) (mile) .....	1609,244 m;
1 kalibr = 1/100 dýuým .....	0,0254 · 10 <sup>-3</sup> m;
1 halkara kabelti .....	185,2 m.

### II. Meýdan birlikleri:

1 kw. dýuým (in <sup>2</sup> ) .....	6,4516 · 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> ;
1 kw. fut (ft <sup>2</sup> ) .....	0,0929030 m <sup>2</sup> ;
1 kw. ýard (yd <sup>2</sup> ) .....	0,836127 m <sup>2</sup> ;
1 kw. mil (Sq-mile) .....	2,58999 · 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> = 640 akr;
1 akr .....	4046,86 m <sup>2</sup> .

### III. Göwrüm birlikleri:

1 kub ýard (yd <sup>3</sup> ) .....	0,764555 m <sup>3</sup> ;
1 kub fut (ft <sup>3</sup> ) .....	0,0283168 m <sup>3</sup> ;
1 kub dýuým (in <sup>3</sup> ) .....	16,3871 · 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> ;
1 nebit barelli (ABŞ) .....	158,988 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ;
1 buşel (ABŞ) .....	35,2393 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ;
1 gallan (ABŞ) .....	3,78543 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ;
1 gallon (Beýik Britaniýa) .....	4,54609 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ;
1 pinta (Beýik Britaniýa) .....	0,568261 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> ;

### IV. Massa birlikleri:

1 gran .....	64,79891 · 10 <sup>-6</sup> kg;
1 drahma (Beýik Britaniýa) .....	1,77185 · 10 <sup>-3</sup> kg;
1 funt (söwda) .....	0,453592 kg;
1 unsiýa .....	28,3495 · 10 <sup>-3</sup> kg;
1 sentner (Beýik Britaniýa) .....	50,8023 kg;
1 tonna (Beýik Britaniýa) .....	1016,05 kg.



# I

## ÝERIŇ FORMASY WE ÖLÇEGLERI

### 1.1. Ýeriň ölçegleriniň kesgittenilişi

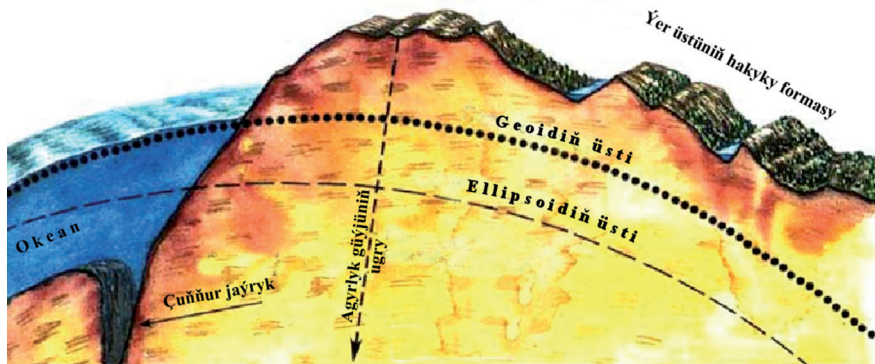
Ylymda ýeriň üsti fiziki ýa-da topografiki üst hökmünde kabul edilendir. Bu üst okeanlaryň we materikleriň bilelikdäki çylşyrymly geometriki şekilidir. Orta mekdeplerde geçilýän geografiýa dersinden bilşimiz ýaly, bitewi Ýer togalagynyň  $1/3$  bölegini gury ýer, galan bölegini bolsa okeanlar ( $2/3$ ) tutýar. Şulardan ugur alsak, onda Ýeriň formasyny dünýä okeanlarynyň suwunyň üst derejesinden almak amatlydyr.

Okeanlaryň suwunyň 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 şekil **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 okeanlaryň we deňizleriň, azrak bölegini bolsa gury ýeriň tutýandygy möhüm baha eýedir. Gury ýeriň okeanlaryň üstünden ortaça beýikliginiň tapawudy *875 metre* deňdir. Bu bolsa Ýeriň parametrlerine otnositellikde kiçi sandyr.

Üst derejesini islendik nokadyň üstünden geçirmek bolar (*1.1-nji surat*). Bu üst derejäniň aşagyndan, ýokarsyndan geçip, onuň üsti bilen gabat gelip hem biler.

Geodeziýa işleriniň tejribesinde Ýeriň aýlanma üsti ellipsoidiň *aýlanma üsti (sferoid)* hökmünde alynýar we ol, öz gezeginde, *Ýeriň hakyky formasyna – geoide* has ýakyndyr.

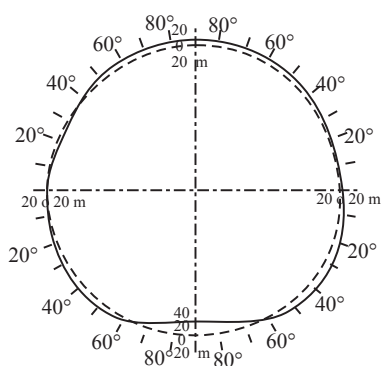
**Geoid** – okean suwlarynyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky ýagdaýynyň materikleriň aşagyndan dowam etdirilende alnan Ýeriň şekilidir.



**1.1-nji surat.** Ýer gabygynnda dürli üstleriň geçirilişi

Ýeriň tebigy üsti beýikliklerden we pesliklerden, daglyklardan we tekizliklerden, tekiz daglardan we okeanlardan, şeýle hem deňizlerden ybaratdyr. Geçirilen geodeziýa ölçeglerinden peýdalanylýp, ýeriň üstündäki nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilende, Ýeriň keşbine meňzeş hem-de ony hasaba alýan, belli bir üsti başlangyç, ýagny *ýeriň esasy üst derejesini* alýarys.

*Ýeriň geoid şekili* agyrlyk güýjüniň täsirine, *agyrlyk güýji* bolsa ýeriň aşagyndaky jynslaryň ýerleşmegine we onuň dykzlygyna baglydyr. Jynslaryň ýerleşiji we dykzlygy Ýeriň ähli böleginde bir görnüşli bolmanlygyndan, geoidiň üstüne baglylykda «*tolkun görnüşli*» bolýar (1.2-nji surat).



**1.2-nji surat.** Geoid bilen Ýer ellipsoidiniň tapawudy

Ýer gabygyny emele getirýän jynslaryň dykzlygynyň we ýerleşiminiň 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 bo-

lan geoidiň keşbini kesgitlemegi däl-de, eýsem Ýeriň grawitasion meýdanyny we tebigy üstüni öwrenmegi kesgitledi hem-de ýeriň tebigy üstüni öwrenmek üçin geoidiň keşbine ýakyn gelýän **kwazigeoid** diýip atlandyrylýan kömekçi üsti teklipl etdi. Okeanlaryň üstünde geoid bilen kwazigeoidiň üstleri biri-birine laýyk, emma gury ýerde olar tapawutlanýarlar. Tekiz ýerlerde olaryň arasyndaky tapawut birnäçe santimetr, pes daglyk sebitlerde iň köpi *1 metre* çenli, beýik daglyk sebitlerde *2 metre* çenli bahalary alýar. Şonuň üçin geodeziýada köpçülikleýin meseleleri çözmekde *geoidiň we kwazigeoidiň üsti biri-birine gabat gelýär* diýlip kabul edilendir.

Geodeziýa ölçeglere geoidiň ellipsoid aýlanmasyna, ýagny ellipsiň kiçi okunyň daşyndan aýlanmagynda emele gelen geometriki şekiline ýakyndygyny görkezdi. Bu şekilde *ellipsoid* bitewi çyzyk, geoid bolsa üžne 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.

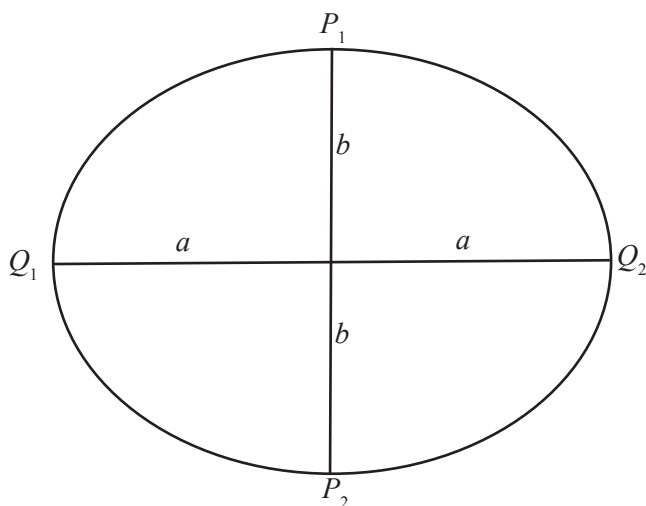
«*Kwazigeoid*» gelip çykyşy boýunça grek sözi bolup, türkmen diline «*geoid* *ýakyn*» diýen ýaly manyda terjime edilýär.

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

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

Geodeziki ölçegleri geçirmek üçin kesgitlenilen koordinatlar sistemasy bolan Ýer ellipsoidine **referens-ellipsoid** diýilýär. Her bir döwletde topografiki-geodeziýa işlerini geçirmek üçin belli ululykdaky Ýer ellipsoidi kabul edilendir. Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan Diýarymyzyň çägi üçin görnükli rus alymy **F.N. Krasowskiň referens-ellipsoidi** alnandyr.

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



1.3-nji surat. Ýer ellipsoidi we onuň elementleri

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

Ýer ellipsoidiniň elementleri gradus ölçegine esaslanýar we şol esasyda hasaplanylýp çykarylýar. Birnäçe ýurtlarda alymlar Ýer ellipsoidiniň elementlerini hasaplap çykarypdyrlar.

Fransuz alymy **Žan Batist Žozef Delambryň** hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň bahalary häzirkki wagtda taryhy ähmiýete eýedir. Ž. Delambri Ýer ellipsoidiniň elementlerini kesgitlemek bilen, uzynlyk ölçeg birligi bolan metriň bahasyny hasaplap çykarýar. *Delambryň* ellipsoidinde ekwatoran polýuslara çenli aralyk *10000 kilometre* deňdir, çünki munda çärýek meridianyň *10000000-dan* bir bölegi ( $1/10000000$ ) *1 metre* deň diýlip kabul edilýär.

1946-njy ýyla çenli *Garasşyz Döwletleriň Arkalaşygy* ýurtlarynyň çäginde topografiki-geodeziýa işleri geçirilende nemes astronomy **F.W. Besseliň** (1794–1846 ýý.) hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň ululyklaryndan peýdalanylýpdyrlar. Öňki sowet alymlary nemes astronomy **F.W. Besseliň** ellipsoidiniň geoidiň ölçeglerinden biraz tapawut edýändigini kesgitleýärler.

Amerikaly alym **Jon Filmor Heyford** Ýer ellipsoidiniň elementlerini hasaplap çykarmakda, ABŞ-da geçirilen gradus ölçegleriniň ne-



tijelerine esaslanýar. 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 geodeziýa işlerini geçirmekde *Heyfordyň ellipsoidiniň elementlerini* esas hökmünde kabul edýärler. Soňky ýyllarda GDA-nyň hataryna girýän döwletleriň alymlary *Heyfordyň ellipsoidiniň* Ýeriň hakyky ölçeglerinden biraz tapawut edýändigini kesgitlediler.

Ýer ellipsoidiniň elementlerini köp ýurtlaryň alymlary dürli ölçeg usullarynyň kömegi bilen hasaplapdyrlar. Maglumatlar alnan netijeleri boýunça hem biri-birinden tapawutlanypdyr. GDA we beýleki ýurtlarda geodeziki, topografiki we kartografiki işleri geçirmek üçin görnükli rus alymy *F.N. Krasowskiň ellipsoidiniň* ölçegleri alnandyr. *F.N. Krasowskiň ellipsoidiniň* elementleri Demirgazyk ýarymşaryň çäginde Ýeriň üstüne has ýakyndyr. Onuň ellipsoidiniň geoidiň üstünden gyşarmasy *40 metrden* geçmeýär.

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

Dürli ýurtlaryň alymlarynyň kesgitleän Ýer ellipsoidiniň ölçegleri 1.1-nji we 1.2-nji tablisalarda berlendir. F. N. Krasowskiň Ýer ellipsoidiniň ölçegleri aşakdakylar ýalydyr, ýagny  $a = 6378245 \text{ m}$ ,  $b = 6356863 \text{ m}$  bolsa, onda Ýer ellipsoidiniň otositel gysylmasy:

$$\alpha = \frac{6378245 - 6356863}{6378245} = \frac{21372}{6378245} = \frac{1}{298,3}.$$

Bu ýerde  $\alpha = 1/298,3$  – Ýer ellipsoidiniň ortaça polýar gysylmasy.

**Biziň eýýamymyzdan öň we orta asyrlarda kesgittenilen  
Ýer ellipsoidiniň ölçegleri**

Kesgitlemeleriň awtorlary	Kesgitlemeleriň geçirilen ýerleri, ýurtlary	Kesgittenilen ýyly	Töwreginiň radiusy (km)	Goşmaça
Eratosfen	Müstir, Asuan we Aleksandriya şäherleri	Takmynan, b.e.ö. 250-nji ýylda	$R = 5908,8 \text{ km}$	Ekwatora ýakyn ýerde
Arap alymy Muhammet Musa al-Horezminiň ýolbaşçylygynda	Tigr we Ýewfrat derýalarynyň aralygy, Sinjar düzlügi	Takmynan, 830-njy ýylda	$R = 6393,6 \text{ km}$	36°-lyk parallelede
Abu Reýhan al-Biruny	Nandna tekizligi	Takmynan, 1022-nji ýylda	$R = 6345,1 \text{ km}$	32°-lyk parallelede

**Esasy Ýer ellipsoidleri we olaryň parametrleri**

Ellipsoidler	Ýyllary	Uly ýarymok $a$ (metrde)	Gysylma koeffisiýenti ( $\alpha$ )
Delambr	1800	6375653	1:334
Balbek	1819	6376896	1:303
Eýri	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
Heýford	1909	6378388	1:297
Krasowskiý	1940	6378245	1:298,3
Awstraliýskiý	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

XX asyryň 1960-njy ýyllarynda Halkara Astronomiýa–geodeziýa 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 mysallaryň görnüşleridir.

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

Özüniň parametrleri boýunça dünýä (global) kartografiki–geodeziki meseleleri çözmäge has ýakyn ellipsoid hökmünde *umumyýer ellipsoidi* we aýratyn sebitler hem-de 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 ( <i>mln km<sup>2</sup></i> )	510,065622	510,065464	510,083059

Ellipsoidiň aýlanmasy iki parametri boýunça häsiýetlendirilýär. Olardan *uly ekwatorial ýarymoky (a)* we *polýar gysylmasyny (a)* bellemek bolar. Bularдан başga-da hasaplamada *kiçi polýar ýarymoky (b)* we *meridional ellipsiniň birinji eksentriteti (e)* hem ulanylýar. Bu parametrleriň biri-birleri bilen arabaglanyşygy aşakdaky ýaly berilýär:

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

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

Bu parametrlar, şeýle-de *WGS-84*, *ITZ-90* we *F. N. Krasowskiň ellipsoidleri* üçin üstleriň meýdanlary Türkmenistanyň çäginde kartografiýa we geodeziýa işlerini geçirmek üçin wajypdyr.

Ýer ellipsoidiniň töwreginiň uzynlygy  $l = 40030,9 \text{ km}$ ,  $1^\circ$ -lyk 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 alyar.

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

Türkmenistanyň tutuş ýer çägi üçin ugur kesgitleýji nokat hökmünde (referens-ellipsoidiň üstünde) *Russiýanyň Pulkow observatoriýasynyň tegelek zalynyň merkezi nokady* alynýar.

Amaly işler geçirilende Ýeriň şekili şar hökmünde alynýar. Ýeriň üstüniň meýdany ellipsoidiň meýdanyna, takmynan, deňdir. Ýer togalak şekilli diýlip hasaplanylanda *F.N. Krasowskiň we A.A. Izotowyň* maglumatlaryna laýyklykda Ýeriň radiusy  $R = 6371,116 \text{ km}$ -e deňdir.

## 1.2. Ýeriň ölçeglerini kesgitlemegiň usullary

Ýeriň formasyny we ölçeglerini kesgitlemegiň aşakdaky usullary bardyr:

**1. Astronomiýa-geodeziýa usuly.** Bu usul gradus ölçeglerine esaslanýar. Onuň esasy mazmuny meridianlaryň we parallelleriň  $1^\circ$ -lyk dugasyna düşýän uzynlyk bahasyny kesgitlemekden ybarat. Kesgitlemek dürli giňliklerde geçirilýär.  $1^\circ$ -lyk duganyň çyzyk uzynlygyny Ýeriň üstünde ölçemek örän kyndyr ( $1^\circ$ -lyk duganyň uzynlygy  $111,2 \text{ km}$ -e deňdir). Bu aralyga daglaryň, derýalaryň, kölleriň, peslikleriň we ş.m.

düşýänligi sebäpli, uzynlygy ölçemegiň takyklygy örän pesdir. Ölçeň meridianlaryň ýa-da parallelleriň ugry boýunça geçirilýär.

**2. Triangulýasiýa usuly.** *Triangulýasiýa usuly* uzak aralyklary ýokary takyklyk bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Bu usuly XVII asyrdan golland alymy **W. Snellius** ilkinji bolup ulanylýar. W. Snelliusyň esaslandyran bu usuly dürli ýurtlaryň alymlary tarapyndan has-da köp ulanylyp başlapdyr. XVIII asyrdan *1°-lyk* duganyň uzynlygynyň meridianlar we parallelleri boýunça deň dældigi subut edilýär. Polýuslarda duganyň *1°-lyk* dugasyna düşýän uzynlyk birliginiň (meridian boýunça) ekwatoradakydan 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.

Bu ýerde XVII asyrdan çenli döwür aralygynda alymlara Ýeriň üstündäki iki nokadyň arasyndaky aralygy takyk ölçemek başartmandyr. Diňe 1615-1618-nji ýyllar aralygynda golland matematigi **W. Snellius**, meşhur grek alymy **Fales Miletliniň** (b.e.ö. 624–547-nji ýyllarda ýaşap geçen) teklip eden usulyny ulanmak bilen, ýokary takyklyk bilen *Alkmaar (Алькмаар)* bilen *Bergen (Берген)* şäherleriniň arasyndaky aralygy ýokary takyklyk bilen ölçýär. W. Snellius tarapyndan ölçenilen duganyň uzynlygy *1°11'30"-a* deň bolupdyr. Onuň bu işi dünýäde ilkinji gezek ulanylan triangulýasiýa usulydyr. Bu usul häzirkä döwürde hem geodeziýada üstünlikli peýdalanylýar.

W. Snelliusyň ölçemegi boýunça *1°-lyk* duganyň uzynlygy *55021 tuaza* (*tuaz* – gadymy fransuz uzynlyk ölçeg birligi; onuň uzynlygy *1,949 metre* deň), emma Ýeriň töwereginiň uzynlygy *38605 km-e* deň bolupdyr. Alym has kämil usuly ulanan hem bolsa, burçlary ölçemek üçin takyk ölçeg gurallaryny tapyp bilmändir. Şonuň üçin hem onuň alan netijeleri Ýeriň häzirkä ölçegleri bilen deňeşdirilende has pesdir.

Edil şular ýaly işleri fransuz akademiýasynyň habarçy agzasy akademik **Žan Pikar** geçirýär. Ol gorizontaly burçlary ölçemekde görüş trubaly guruly ulanylýar. Ondan başga-da alym guruly ýerdäki nokada takyk seretdirmek üçin *mikrometr wintinden (nurbatýndan)*

peýdalanýar. Ownuk dişi kesilen wint guraly deňölçeqli uly bolmadyk aralyga süýşürmek (burmak, aýlamak) üçin hyzmat edýär.

Takmynan, *10 km-e* deň bolan bazis jikme-jik asylyar (gönülenilýär) we iki gezek agaç brusok bilen ölçenilýär. *Amýon* (АМЬЕН) we *Malwauzen* (Мальваузен) şäherleriniň arasyndaky aralyk 35 üçburçluga paýlanylýar. Netijede, *1°-lyk* duganyň uzynlygy *57060 tuaza*, emma Ýer togalagynyň töwereginiň uzynlygy bolsa *40036 km-e* deň bolýar.

Biraz soňra uly gradus ölçegleri fransuz alymlary **Şarl Mari de la Kondamin** we **Pýer Lui Moro Mopertýui** tarapyndan geçirilýär. Olar *Peru* bilen *Laplandiýanyň* arasyndaky duganyň uzynlygyny ölçeyärler. Bu ölçegler Ýer togalagynyň has takyk formasyny kesgitlemek üçin geçirilýär. Bu bolsa beýik inlis alymy **I. Nýutonyň** «Ýeriň formasy sfera däl-de, polýuslarda gysylan ellipsoidiň aýlanmasy» diýen pikirini subut etmek maksady bilen geçirilýär. Bu ýerde I. Nýuton Ýeriň polýuslardaky gysylmasy *1/230-a* ( $\approx 0,4\%$ -e) deň diýip hasaplaýar.

Golland fizigi **Hristian Gyúýgens I. Nýutonyň** pikirini goldaýar, emma onuň hasaplamalary boýunça gysylma *1/518-e* ( $\approx 0,2\%$ -e) deň bolýar.

Alymlaryň garşydaşlary, tersine, Ýer polýuslara tarap çekilendir diýlen gipotezany öňe sürýärler. Geçirilen ölçegler *1°-lyk* duganyň uzynlygynyň giňlige baglydygyny görkezýär.

Laplandiýa – *57438 tuaz* (P. Mopertýui).

Fransiýa – *57060 tuaz* (Ž. Pikar).

Peru – *56753 tuaz* (Ş. Kondamin).

Bu bolsa beýik inlis alymy **Isaak Nýutonyň** pikirini doly ýagdaýda subut edýär.

Triangulýasiýa usuly meridianlaryň we paralleleriň ugry boýunça üçburçluklar 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 paralleleriň ugry boýunça ölçeg geçiripdiler.

1792–1797-nji ýyllar aralygynda Fransiýa Ylymlar akademiýasynyň habarçy agzasy **Ž. Delambr** Fransiýanyň kanunçylyk ýyg-nagynyň görkezmesi boýunça *Dýunkerden Rodez şäherine çenli aralykda* uly gradus ölçegini geçirýär. Bu ölçegiň netijesi uzynlyk birligi bolan *metr* uzynlyk sistemasynyň girizilmegine getirýär. **Ž. Delambr** täze çyzyk ölçeg birliginiň, ýagny meridianyň çäryek uzynlygynyň on milliondan bir bölegini – *metri* esaslandyrýar.

**Ž. Delambryň** geçiren işlerinden belli bolşy ýaly, Ýeriň formasyny ellipsoid görnüşinde almak bolmaz. Görnükli fransuz alymy **Pýer Simon Laplas** (1749–1827 ýý.) **Ž. Delambryň** işlerini seljerýär we «Ýeriň özboluşly hem-de örän çylşyrymly formasy bar» diýen netijä gelýär. Ýeriň formasyny görkezýän geometriki jisim **geoid** diýlip atlandyrylýar, emma *Pariž meridianynyň* çäryek uzynlygynyň *0,0000001* bahasyna deň bolan metr, hakykatdan hem, gysgadyr (kiçidir). Şonuň üçin metr uzynlyk birligi hökmünde 1800-nji ýylda ýasalan, ini *25 mm-e*, galyňlygy *3,5 mm-e* deň bolan platina (metal) kabul edilýär. Žezliň çykyp duran ahyry örän mylaýym (ýylmanak) edilýär. Ol bolsa, öz gezeginde, lentanyň uzaboýuna okuna perpendikulýar ýerleşdirilýär. Ölçegleriň we agramlaryň Halkara býurosy tarapyndan *1,02 metre* deň bolan platinanyň (90%) we iridiniň (10%) garyndysyndan (splawyndan) *31 lenta* taýýarlanylýar. Bu garyndy özünüň ýokary durnuklylygy, üýtgemeyänligi we çydamlylygy bilen tapawutlanýar. Bu žezla (metal gurluşy) iki ştrih geçirilen. Olaryň arasyndaky uzynlyk 1 metre deňdir.

1848–1852-nji ýyllarda rus geodeziýaçylary **K. I. Tenner** we **W. Ý. Struwe** *Fulane (Norwegiýa) şäheri bilen Dunaý derýasynyň aýagyna çenli* uzynlygy ölçäpdirler. Bu aralyk gradus ölçegi boýunça *25°20'-a* deň bolupdyr. Bu bolsa şol döwrüň iň uly geodeziýa işleriniň biridir.

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

Fransuz alymy **A. Klero** (1713–1765-nji ýyllarda ýaşap geçen) ýokary geodeziýa üçin fundamental teoremany subut edýär. *Lap-*

*landiyada* (1736-1787) geçirilen gradus ölçegine onuň gönüden-göni özi gatnaşýar. *A. Klero* agyrlyk güýji bilen Ýeriň gysylmasynyň arasyndaky gatnaşygy kesgitleýär. Bu bolsa ylymda **Kleronyň teoremasy** ady bilen bellidir. Ol bu ululygy Ýeriň üstünde gradus ölçeglerini geçirmezden kesgitlemegi başaryar. 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 grawimetriki gözegçilik 1743-nji ýylda fransuz alymy *A. Klero* tarapyndan geçirilipdir. *A. Klero* ýer üstüniň sferiki şekiliniň bardygyny, ol gidrostatiki deňagramlylyk ýagdaýynda bolanda diňe özara dartyşma güýçleriniň we olaryň bölekleriniň merkeze ymtylan güýçler bilen öz okunyň daşyndan aýlanýandygyny ylmy taýdan subut edýär.

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

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

Bu ýerde  $g_{\varphi}$ ,  $g_e$  we  $g_p$  – giňlik boýunça ekwatorda we polýusda kesgitlenilýän 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 oktýabr aýyndan başlap ylma aralaşýar. Kosmos giňişligini öwrenmek bilen Ýeriň formasy we ölçegleri has takyk kesgitlenilip başlandy. Bu usul öňki SSSR-de emeli hemralaryň uçurylmagy bilen baglanyşyklydyr. Kosmonawtika-nyň ösmegi geodeziýaçylaryň öňünde Ýeriň emeli hemralarynyň hereketine gözegçilik etmek we giňişlikdäki ýagdaýyny berlen wagtda kesgitlemek we ş.m. meseleleri goýýar.



Ýeriň emeli hemralarynyň hakyky hasaplanylýan traýektoriyasyndan gysarmagy köp derejede Ýeri düzýän daglaryň we beýleki jynslaryň, massalaryň birmeňzeş ýerleşmänligi üçin uçurylan emeli hemralary hasaplanylýan traýektoriyasyndan biraz gysardýar we Ýeriň grawitasion meýdanyny, ahyrky netijede bolsa onuň formasyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Ýeriň emeli hemralary (ÝEH) boýunça dürli materiklerde ýerleşen geodeziýa torlarynyň punktlaryna gözegçilik etmegiň birnäçe usullary bardyr.

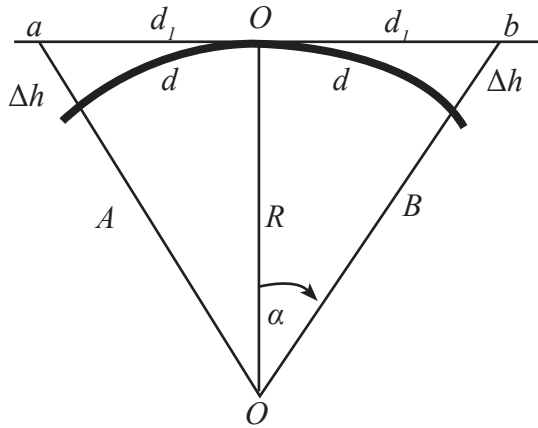
*Birinji usul* – **sinhron usuly** ÝEH-den dürli materiklerde ýerleşen geodeziýa punktlaryndan bir wagtyň özünde gözegçilik etmäge we maglumatlary almaga esaslanýar.

Sinhron usulyndan materikleriň arasyndaky aralyk uly bolmadyk ýagdaýynda peýdalanmak (punktlardan bir wagtyň özünde ÝEH-niň görünmegi zerurdyr) mümkin.

*Ikinji usul* **orbitaly usuldyr**. Bu usul sinhron usulyndan ÝEH-e dürli wagtlarda gözegçilik edilmegi bilen tapawutlanýar, emma orbitaly usul ÝEH-niň hakyky orbitasynyň hasaplanylýandan soňky gysarmasyny göz önünde tutmaga mümkinçilik bermeyär.

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

Tekizlik hökmünde kabul edilen ýer bölekleriniň (uçastoklarynyň) ölçeglerini kesgitlemek zerurdyr. Munuň özi 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 almalyмы ýa-da ýok? Haýsy ýer bölegini *ortogonal proyeksiýada* şekillendirmek mümkin? Şu soraglara jogap bermek üçin aşakdaky maglumatlary bilmek hökmandyr.



**1.4-nji surat.** Ýeriň egriliginiň ölçeglere täsiri

Haçan-da tegelegiň radiusy *10 kilometrden* kiçi bolsa, onda güberçek ellipsoidiň üsti tekizligiň bir bölegi hökmünde kabul edilýär. Şeýlelikde, ortogonal proyeksiýany haýsy ýer üstüniň bölegi üçin ulanyp boljakdygyny subut etmek kyn düşmez (*1.4-nji surat*). Onuň üçin  $R$  radiusly sferik görnüşli ýer üstüniň bölegine seredip geçeliň.  $OB$  -  $AB$ -ni duganyň bir bölegi diýip alalyň ( $OB=d$ ,  $Od=d_1$ ),  $d_1$  göni çyzygy Ýer togalagyna galtaşýan göni çyzyk diýip göz önüne getireliň.

*1.4-nji tablisa*

Çyzyklaryň uzynlygy (km)	$\Delta S$ -iň tapawudy (m)	$\Delta h$ -yň tapawudy (m)
1	0,00	0,08
5	0,00	1,96
10	0,01	7,85
20	0,07	31,39
50	1,02	196,20
100	8,21	784,81

Işi ýerine ýetirmek üçin  $d$  we  $d_1$  çyzyklaryň tapawudyny tapalyň,  $d$ -niň uzynlygyny 100 kilometrden kiçi diýip şertleşsek, onda:

$$D = R \cdot \alpha; d_1 = R \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Bu ýerde:

$\alpha$  – merkezi burç ( $^\circ$ );

$R$  – Ýeriň radiusy (km).

Aňlatmalary biri-birinden aýyrmak bilen aşakdakyny alarys:

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

Bu ýerde  $d - d_1 = DS$ .

Merkezi  $\alpha$  burçuň örän kiçi bolanlygy sebäpli,  $\operatorname{tg} \alpha$  dargadylanda birinji sany hasaba 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 deňeşdirilende örän kiçi sandyr. Şonuň üçin:

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

formulany goýup, aşakdaky:

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

formulany alsak, onda netije

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

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

Häzirki zaman ýokary takyklykdaky geodeziýa gurallary aralygy  $1/1000000$  takyklyklyklyklyk bilen ölçemäge ukyplydyr. Şonuň üçin radiusy  $R = 10 \text{ km-e}$  deň bolan tegelegi ýa-da  $20 \times 20 \text{ km}^2$  ýer bölegini tekizlik hökmünde kabul etmek bolar.

*1.5-nji tablisa*

Ýer bölekleriniň meýdany ( $\text{km}^2$ )	Burçlaryň bahalarynyň tapawudy ( $\text{sek} (")$ )
10	0,05
100	0,51
400	2,03
900	4,57
1600	8,13
2500	21,71
5000	25,40
10000	50,80

Ýeriň egriliginiň täsirini kesgitlemek üçin aşakdaky formulany ulanmak bolar:

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

Ýeriň üstünde  $S$ -iň 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 ekssesiň bahalary bolsa 1.5-nji tablisadaky ýalydyr. Şu ululyklardan görnüşi ýaly, sferiki ekssesiň bahasy haçan-da kwadratyň tarapy  $10 \text{ km}$ -e deň bolanda, Ýeriň sferik şekilliliginiň täsiri  $0,5''$ -a deň bolar. Diýmek, ölçegleri  $20 \times 20 \text{ km}^2$ -den kiçi bolan ýer üstüniň böleklerini tekizlik hökmünde almak bolar.



## II

### GEODEZIÝADA ULANYLÝAN KOORDINATALAR SISTEMASY

#### 2.1. Nokadyň koordinatasy we geografiki koordinatalar sistemasy barada düşünje

*Nokadyň koordinatasy* onuň ýagdaýyny tekizlikde we giňişlikde kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Geodeziýada, aýratyn hem, geografiki, tekiz gönüburçly, polýar we bipolar koordinatalar sistemasy ulanylýar.

Ýeriň fiziki üstündäki nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde onuň şertli üstünden beýikligini bilmek zerurdyr.

Üç ululygyň ikisi, ýagny *abssissasy* ( $X$ ) we *ordinatasy* ( $Y$ ) nokadyň tekizlikdäki ýagdaýyny, üçünjisi *applikatasy* ( $Z$ ) bolsa Ýer ellipsoidiniň kabul edilen şertli üstünden näçe beýikde ýada pesde ( $H$ ) ýerleşýändigini görkezýär. Geodeziýada esasy şu üç ululykdan peýdalanylýar.

**Geografiki koordinatalar sistemasy** nokadyň ýagdaýyny ellipsoidiň ýada Ýer togalagynyň üstünde kesgitlemekde ulanylýar. Berlen ululyklar hökmünde başlangyç meridianyň we ekwatoryň tekizlikleri alynýar.

Geografiki koordinatalar sistemasynda ýeriň üstündäki nokadyň ýagdaýy onuň geografiki giňligi we uzaklygy bilen kesgitlenilýär. Olar gradus ölçeg birliginde berilýär.

Geografiki koordinatalar sistemasy özüniň kesgitleniliş ýoluna baglylykda *astronomiki* we *geodeziki* görnüşlerde bolýar.

**Astronomiki koordinatalar** asman ýagtylygçalaryna seretmek ýoly bilen geoidiň üstünde kesgitlenilýär. **Geodeziki koordinatalar** bolsa Ýer ellipsoidiniň üstünde alnyp barylýan ölçegleriň netijesinde hasaplanylýp çykarylýar.





**2.2-nji surat.** London şäheriniň golaýynda ýerleşýän  
Grinwiç obserwatoriýasynyň baş binasy

*Korollygyň Grinwiç obserwatoriýasy* (iňlis dilinde *Royal Observatory, Greenwich*, biraz öňräk *Royal Greenwich Observatory* (RGO)) Beýik Britaniýanyň döwlet üpjünçiligindäki esasy obserwatoriýasy. Ol 1675-nji ýylyň 22-nji iýunynda korol *Karl II* tarapyndan gurnalýar. Bu bolsa deňizçileriň durmuşy üçin wajyp koordinatalary we wagt guşaklyklaryny döretmek üçin niýetlenilýär. Irki obserwatoriýa *Grinwiç seýilgähinde* (parkynda) ýerleşýär (2.2-nji surat).

Ýer ellipsoidiniň üstündäki  $M$  nokadyň *geodeziki giňligi* onuň üstünden geçýän normal çyzyk bilen ekwatoryň tekizliginiň arasyndaky emele gelen burçdur. Geodeziki giňlik  $B$  harpy bilen belgilenilýär we ekwatoran polýuslara tarap  $0^\circ$ -dan  $90^\circ$ -a çenli hasaplanýlar. Nokat ekwatoran demirgazykda ýatsa, demirgazyk giňlik *goşmak* (+), eger-de günortada ýatsa, onda günorta giňlik *áýrmak* (-) alamatlaryny alýar.



**2.3-nji surat.** Başlangyç Grinwiç meridianynyň Ýeriň üstünde belgilenilişi

Berlen *M* nokadyň geodeziki *uzaklygy başlangyç* (Grinwiç meridiany) meridian bilen nokadyň üstünden geçýän meridianyň arasynda emele gelen iki granly burçdur. Ol *L* harpy bilen belgilenilýär we başlangyç meridiandan gündogara hem-de günbatara  $0^{\circ}$ -dan  $180^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär. Eger-de nokat gündogarda ýatan bolsa, *goşmak* (+) alamatyny alýar we oňa **gündogar uzaklygy** diýilýär. Tersine, nokat günbatarda ýatsa, *aýyrmak* (–) alamatyny alýar we oňa **günbatar uzaklygy** diýilýär (2.3-nji surat).

Türkmenistanyň çäginiň ekwatoran demirgazykda we Grinwiç meridianyndan gündogarda ýerleşenligi üçin, şu ýeriň çäginde ýatan nokatlaryň geodeziki koordinatalarynyň giňliginiň öňüne položitel (+) we uzaklygynyň öňüne hem položitel (+) alamatlary goýulýar.

*Astronomiki koordinatalar* giňişlikde berlen nokatdaky asma çyzygyň üstünden geçýän ugur (Ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar geçýän tekizlik ýa-da ekwatoryň tekizligi) bilen başlangyç astronomiki meridianyň tekizlikleriniň otnositellikde bileleşmesidir.



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

*Astronomiki meridian* – bu berlen nokadyň üstünden geçýän astronomiki meridianyň tekizliginiň ýeriň üsti bilen kesişmegi netijesinde emele gelen çyzykdyr.

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

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

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

Şonuň bilen birlikde iki sany punktuň geografiki uzaklygyny bilip, ýerli wagt bilen bu punktlaryň tapawudyny kesgitlemek mümkin.

Geodeziki we astronomiki koordinatalar sistemalary biri-birinden ellipsoidiň üstündäki normal we geoidiň üstündäki asma çyzyklaryň arasyndaky burç ýaly tapawutlanýarlar. Bu burça **asma çyzygyň gysarmasy** diýilýär. Onuň bahasy Ýeriň ähli nokadynda  $3''$ - $5''$ -a baha deňdir.

Türkmenistanyň çägininiň (territoriýasynyň) köp böleginiň düzlükde ýerleşýändigini üçin asma çyzygyň gysarmasy, ortaça,  $4''$ - $5''$ , dagetek we daglyk sebitlerde bolsa  $30''$ -a çenli bahalary alýar. Ýer gabygynda uly anomaliýaly massalaryň ýerleşen ýerlerinde onuň ululygynyň  $60''$ -a çenli artmagy hem mümkindir. Biri-birinden  $1''$  giňlikde ýerleşen iki nokadyň arasyndaky aralyk 30,88 metre deňdir. Şu bahalardan ugur alsak, onda geodeziki we astronomiki

koordinatalaryň biri-birinden 120-150 m, anomaliýa sebitlerinde bolsa mundan hem köp tapawut etmegi mümkindir. Ýokary geodeziýada bu tapawut göz önünde tutulýar. Geodeziki we astronomiki koordinatalar sistemalary bir bitewilikde **geografiki koordinatalar** diýlip atlandyrylýar.

«**Gradus**» latyn sözi bolup, türkmen dilinde «**ädim, basgançak**» diýen manyny berýär. Ol tekiz burçlaryň ölçeg birligidir. Wawilon alymlary Gün gündizine «*180° ädim ädýär*» diýip hasaplapdyrlar. Bu ýagdaýda Günüň bir gije-gündizdäki ädimi  $360^\circ$  bolýar. Olar tegelegi  $360^\circ$  bölege bölýärler. *Ptolemeý* gradusy « $^\circ$ », minudy bir ştrih «'» we sekundy iki ştrih «"» bilen bellemegi teklipl edipdir. Lukman hem matematik **Pelete** (1558 ý.) drobuň  $1/60$  bölegini  $^\circ, ', "$  arkaly belgiläpdir, emma taryhy maglumatlardan ugur alsak, onda gradusy, minudyň we sekundyň, şeýle hem tersiýanyň bölünişini merkezi aziýaly dünýä meşhur alym **Muhammet Musa al-Horezmi** esaslandyryýar.

Grinwiç meridianynyň başlangyç hökmünde kabul edilen ýyly 1884-nji ýyl hasaplanylýar. Bu *Washington* şäherinde geçen *Halkara Konferensiýada* kabul edilipdi.

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 SSSR-iň ýurtlarynda *Pulkow obserwatoriýasynyň baş zalynyň merkezinden geçýän meridian* kabul edilendir.

*Grinwiç* bilen *Pulkow* meridianlarynyň aratapawudyny geografiki uzaklyk boýunça  $30^\circ 19' 39''$ -a ýa-da wagt birliginde 2 sagat 01 minut 18,57 sekunt baha deň diýip belläpdirler.

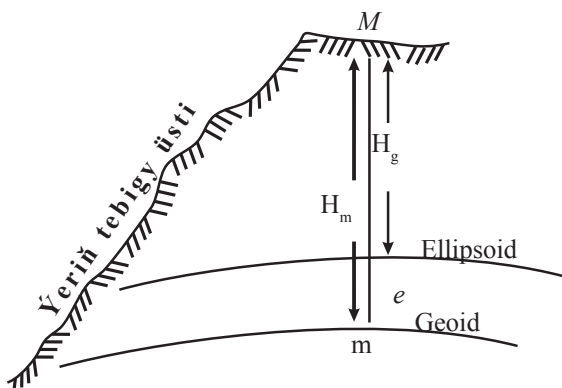
«*Parallel*» latyn sözi bolup, türkmen diline «*ýanaşyk ýöremek*» ýaly manyda terjime edilýär. «*Meridian*» sözünüň gelip çykyşy hem latyn sözi bolup, türkmen dilinde «*orta*» diýen manyny aňladýar.

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

## 2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi

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

Ýeriň üstündäki nokadyň geodeziki beýikligi ( $H_g$ ) bu nokatdan ellipsoidiň üstüne çenli bolan normalyň ( $M_m$ ) uzynlygy bilen häsiýetlenýär, ýöne ýeriň üstündäki nokadyň beýikligini kesgitlemekte ellipsoidiň üsti däl-de, eýsem geoidiň üsti başlangyç diýlip kabul edilýär. Geoidiň üsti deňziň üstüne baglylykda geodeziýa ölçegi (niwelirmek) ýoly bilen kesgitlenilýär. Nokadyň deňziň üstüne baglylykda beýikligine **absolýut** diýlip, ol  $H$  harpy bilen belgilenilýär. Ýeriň üstündäki her bir nokadyň absolýut beýikligi şu nokatdan deňziň 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 ýurduň çäginde (territoriýasynda) nokatlaryň absolýut beýikligi şu ýurtlaryň çäginde ýerleşen dereje (urowen) üstünden zygiderlikde kesgitlenilýär (2.4-nji surat).



2.4-nji surat. Ýeriň üstündäki nokatlaryň beýikliginiň we beýgelmesiniň kesgitleniliş shemasy

Meselem, öňki SSSR-iň çäginde nokatlaryň absolýut beýikligi *Kronştađt (Baltika deňzi) futştogynyň noluna* baglylykda hasaplanylýar (2.5-nji surat).

Kronştađt futştogy – bu *Kronştađt* aýlanma kanalyndaky köp-riniň granit üstüne berkidilen *mis reýkadyr*. Reýka Fin aýlagynyň suwunyň köp ýyllaryň dowamynda ölçenilen ortaça üsti geçirilendir. Ine, şu çyzyga **Kranştađt futştogynyň noly** diýilýär. Ol nokadyň beýikligi başlangyç diýlip kabul edilendir. *Baltika deňziniň* suwunyň üstüne baglylykda kesgitlemegiň mümkin bolmadyk ýerlerinde, belli nokady başlangyç diýip kabul edip, nokadyň beýikligi *şertli dereje* üstünden hasaplanylýar we oňa **otnositel beýiklik** diýilýär.



**2.5-nji surat.** Kronştađt aýlagynda ýerleşýän köprüdäki futştok

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 zerurdyr. Nokadyň absolýut beýikligini san bilen görkezýän mukdara şu nokadyň **beýiklik belligi** diýilýär. Beýikligiň anomaliýasy  $e$  harpy bilen belgilenilýär. Beýikligiň anomaliýasy astronomiýa-grawimetriki niwelirlemegiň netijesinde tapylyp, geoidiň (kwazigeoidiň) formasyny kesgitlemekde ondan peýdalanylýar. Kiçi meýdan çäginde geçirilýän işlerde **geoid bilen ellipsoidiň üstleri biri-birine gabat gelýär** diýlip kabul edilýär.

## 2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinatalar sistemalary

**Tekiz gönüburçly koordinatalar sistemalary** nokadyň ýagdaýyny tekizlikde kegitlemäge mümkinçilik berýän ululyklardyr.

Tekiz gönüburçly koordinatalar sistemalary absissa we ordinata oklarynyň ýerleşen tekizligidir. Oklar özara perpendikulýar ugurlarda kesişýärler. Koordinata sistemasynyň merkezi bolup oklaryň kesişme nokady hyzmat edýär (2.6-njy surat).



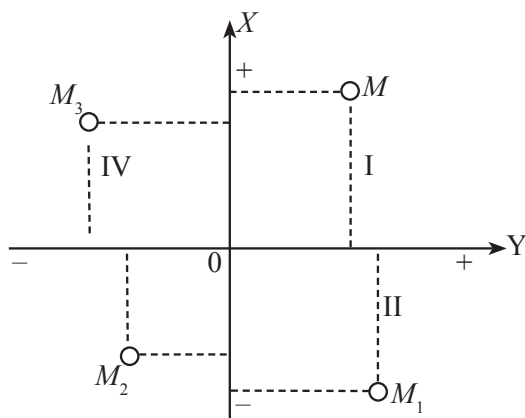
**2.6-njy surat.** Tekiz gönüburçly koordinatalar sistemalarynyň başlangyç nolunjy nokady (Pulkow observatoriýasynyň tegelek zalynyň merkezi nokady)

«*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. Leýbins** 1665-nji ýylda girizipdir. Koordinatalar merkezini – 0-y 1679-njy ýylda **Lagir** girizýär.

$X$  absissa oky meridianyň ugry bilen, emma  $Y$  ordinata oky bolsa paralleleriň (ekwatoryň) ugry bilen gabat getirilmek arkaly alnandyr (2.7-nji surat). Sistemada islendik nokadyň ýagdaýy koordinata oklaryna

inderilen perpendikulýarlaryň oklar bilen kesişen ýerinden alnan hasaplamalar bilen kesgitlenilýär. Meselem,  $M$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  we  $M_3$  nokatlarynyň ýagdaýlary oklara inderilen perpendikulýarlaryň bahalary bilen kesgitlenilýär.



**2.7-nji surat.** Tekiz gönüburçly koordinatalar sistemalary

Geodeziýada koordinatalaryň sag sistemasy kabul edilendir. Bu bolsa çep koordinatalar sistemasyndan belli derejede tapawutlanýar diýmekdir. Matematikada çärýekleriň hasaby sagat diliniň garşysyna alnan bolsa, geodeziýada bu hasap sagat diliniň ugry bilen gabat getirilýär. Şeýle edilmeginiň esasy sebäbini geodeziýada otrisatel burçuň ýoklugy bilen düşündirmek bolar. Ondan daşary hem ähli oriýentirleniş burçlarynyň (rumbdan özgeleriniň) demirgazykdan başlanýanlygy bilen baglanyşyklydyr.

*2.1-nji tablisa*

**Gönüburçly koordinatalar sistemalarynda çärýekler boýunça alamatlar**

Sistemanyň çärýekleri	Koordinata oklary	
	abssissa (X)	ordinata (Y)
I	+	+
II	-	+
III	-	-
IV	+	-

Abssissa okunyň demirgazygy we ordinata okunyň gündogary *goşmak* (+), emma onuň tersine abssissa okunyň günortasy we ordinata okunyň günbatary *aýyrmak* (-) bahalary alýar (2.1-nji tablisa).

Goý, berlen çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygy we  $A$  başlangyç nokat belli diýeliň. Onuň koordinatalary  $X_A$  we  $Y_A$  baha deň diýsek, ahyrky nokadyň koordinatalary  $X_B$  we  $Y_B$ , çyzygyň oriýentirleniş burçy hökmünde  $\alpha_{AB}$  direksion burçuny alalyň (2.8-nji surat).

Eger-de  $B$  nokadyň koordinatalaryny  $A$  nokadyň gönüburçly koordinatalary, çyzygyň uzynlygy ( $AB$ ) we oriýentirleniş burçy belli bolsa, hasaplap tapmak mümkindir. Hasaplamagy aşakdaky formulalary ulanmak bilen geçiryäris:

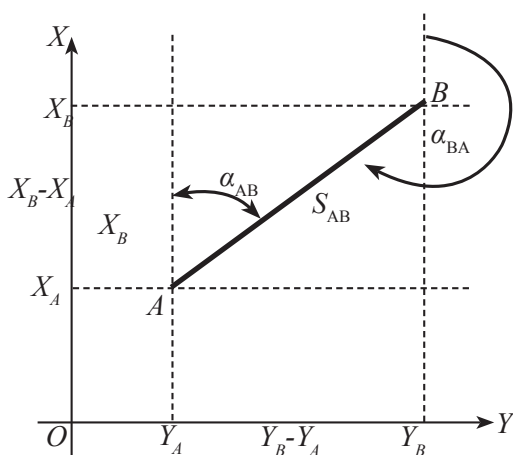
$$X_B = X_A + (X_B - X_A); Y_B = Y_A + (Y_B - Y_A).$$

Berlen çyzygyň koordinata oklaryna bolan proyeksiýasyna **çyzygyň gönüburçly koordinatalar artmasy (köpelmesi)** diýilýär. Ol koordinatlar okunda aşakdaky ýaly ýazylyar:

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

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

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



**2.8-nji surat.** Gönüburçly koordinatalar artmasynyň kesgitleniş shemasy

Koordinatar artmasyny gönüburçly üçburçlugyň katetleriniň we gipetenuzasynyň üsti bilen kesgitläp bileris, ýagny:

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

Bu ýerde:

$S_{AB}$  – çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy;

$\alpha_{AB}$  – çyzygyň direksion burçy.

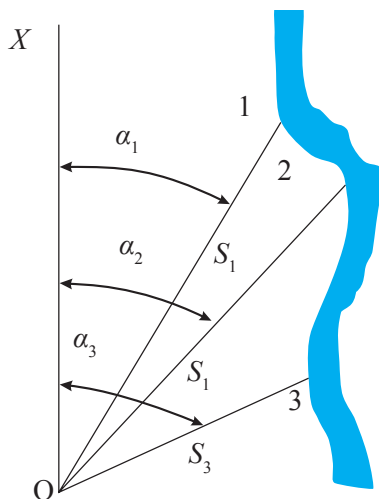
Bu ýerde direksion burçy azimut, magnit azimuty ýa-da rumb bilen çalyşmak mümkin.

Nokatlaryň gönüburçly koordinatar artmasy hasaplanylanda, trigonometriki funksiýalaryň alamatlaryny hasaba almak zerurdyr.

Tekiz gönüburçly koordinatar sistemasy ýeriň üstünde meýdan çäkleri (territoriýalar) üçin ulanylýar, ýagny şol çäk tekizlik hökmünde alynýar (2.1-nji tablisa).

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

**Polýar koordinatar sistemasy.** Haýsy hem bolsa bir nokadyň ýagdaýyny (ýeriň üstünde) başlangyç diýip kabul edilen ugra otnositelikde kesgitlemekde *polýar koordinatar sistemasy* ulanylýar.



2.9-njy surat. Polýar koordinatar sistemasynyň shemasy



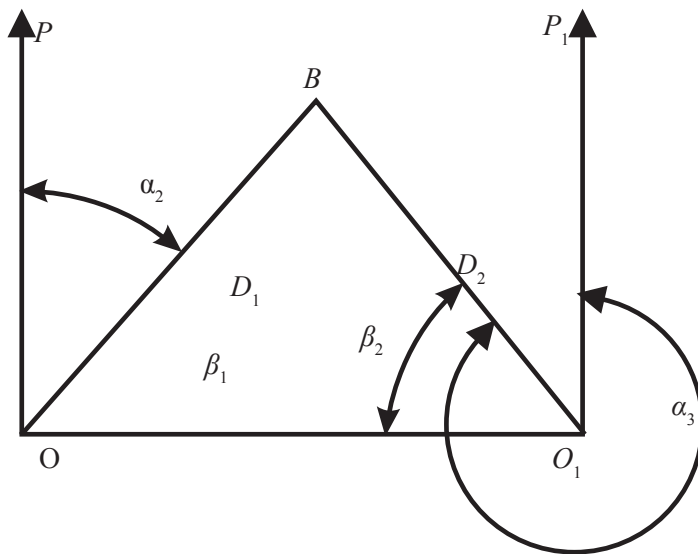
Polýar koordinatalar sistemasynda kesgitlenilýän nokat sagat diliniň ugruna ölçenilýän polýar okundan hasaplanylýan burçuň we sistemanyň polýusdan şol nokada çenli aralygynyň (radius–wektoryň) kömegi bilen tekizlikde kesgitlenilýär.

Nokatlaryň ýagdaýy  $0$  nokada, ýagny koordinatalar başlangyjyna otositellikde tapylýar (2.9-njy surat). Polýar koordinatalar sistemasy örän sadadyr we ýeriň üstündäki islendik polýus hökmünde kabul edilen nokatda gurlup bilner. Nokadyň ýagdaýy ýeriň üstünde gorizonta burçy we aralygy, obýektleriň ýerleşen ýerini kesgitlemek maksady bilen, zerur bolan ululyklar uly bolmadyk aralyklarda gözegçilik enjamlarynyň kömegi bilen ölçenilip alynýar. Şonuň üçin tekiz polýar koordinatalar sistemasy bir nokatdan nyşany görkezmek, oriýentirlenmek we ş.m. maksatlarda giňden ulanylýar. Gerek bolan ýagdaýynda çyzykly we burçly ölçegleri ýöriteleşdirilen aralyk we burç ölçeýji gurallaryň kömegi bilen ýerine ýetirmek bolar. Koordinatalaryň bu sistemasynda polýar okunyň 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 koordinatalaryna tekiz polýar koordinatalar sistemasy bilen birlikde **referens – ellipsoidiň polýar koordinatalar sistemasy** diýilýär. Ellipsoidiň üstünde polýusa otositellikde geodeziki  $S$  çyzyk (ellipsoidiň üstündäki iki punktuň arasyndaky iň gysga aralykdyr, onuň islendik uzynlygynda meridianlary  $90^\circ$ -lyk burç bilen kesýär) polýusdan kesgitlenilýän nokada çenli aralyk we geodeziki *azimut*  $A$  polýus hökmünde kabul edilen nokatdan tapylýar. Geodeziki polýar koordinatalar sistemasy polýusdan uly aralyklarda uzaklaşan dürli obýektleriň ýerleşen ýerini kesgitlemekde ulanylýar. Ol radiotehniki sistemada radiopolengirlemekde we beýleki ýagdaýlarda giňden ulanylýar.

**Bipolýar koordinatalar sistemasy** iki çyzykly ýa-da iki burçly ululyklar bolup, ol ýeriň üstündäki ýa-da kartadaky nokadyň ýagdaýy iki polýusa (nokada) otositellikde başlangyç diýlip kabul edilen nokatlara görä kesgitlenilýär. Bipolýar koordinatalar sistemasy polýar koordinatalaryň bir görnüşi bolup durýar. Çyzykly ululyklar hökmünde polýuslardan tapylýan nokada çenli aralyklar, emma burç ululyk-

lary hökmünde *geodeziki (astronomiki) azimut, magnit azimuty, direksion burç* ýa-da ugurlaryň burçlaryny polýus bilen birleşdirýän çyzyklar (bазисler) alynýar (2.10-njy surat).



**2.10-njy surat.** Bipolýar koordinatalar sistemasy

## 2.4. Göni we ters geodeziki mysallar

Göni geodeziki mysalyň mazmunynda başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatalary, çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy we çyzygyň oriýentirleniş burçy (direksion burç ýa-da azimut) berlen bolsa, ol ahyrky nokadyň gönüburçly koordinatalaryny kesgitlemäge esaslanýar.

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

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

Bu ýerde:

$S$  – çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy ( $m$ );

$\alpha(A)$  – çyzygyň direksion burçy (azimuty) ( $^\circ$ ).

Ahyrky nokadyň gönüburçly koordinatalary aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

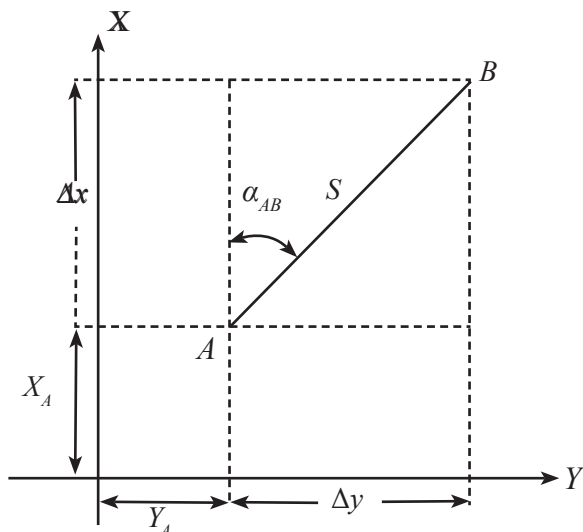
$$X = X_o \pm \Delta x \text{ we } Y = Y_o + \Delta y.$$

Bu ýerde:

$\Delta x$  we  $\Delta y$  – çyzyklaryň gönüburçly koordinatalar artmasy ( $m$ );

$X_o$  we  $Y_o$  – başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatalary ( $m$ ).

**1-nji mysal.** Başlangyç  $A$  nokadyň gönüburçly koordinatalary  $X_A = +2120,80 \text{ m}$ ,  $Y_A = -509,25 \text{ m}$ , çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $S_{AB} = 462,80 \text{ m}$  we çyzygyň direksion burçy  $\alpha_{AB} = 115^\circ 48,5'$  bolsa, onda ahyrky ( $B$ ) nokadyň gönüburçly koordinatalary hasaplanylýar (2.11-nji surat).



**2.11-nji surat.** Göni we ters geodeziki mysaly çözmegiň shematiki çyzygysy

Ilki bilen, çyzygyň gönüburçly koordinatalar artmasyny aşakdaky ýaly hasaplap çykarýarys:

$$\Delta x_{AB} = 462,80 \times \cos 115^\circ 48,5' = 462,80 \times (-0,43544) = -201,52 \text{ m};$$

$$\Delta y_{AB} = 462,80 \times \sin 115^\circ 48,5' = 462,80 \times 0,90022 = +416,62 \text{ m}.$$

Ahyrky ( $B$ ) nokadyň gönüburçly koordinatalary 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 koordinatalary  $X_B=1919,28$  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 gönüburçly koordinatalary»
80 print using «X1=####.##»; X1; «Metr»
90 print using «Y1=####.##»; Y1; «Metr'
100 end
```

**Ters geodeziki mysaly çözmek** çyzygyň ahyrky we başlangyç nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary boýunça onuň direksion burçuny, çyzygyň uzynlygyny, eger-de çyzyklaryň sany köp bolsa, onda olaryň arasyndaky gorizonttal burçlary kesgitlemekden durýar.

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

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

ýa-da

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

Formular gönüburçly üçburçluklaryň häsiýetlerinden getirilip çykarylýar.

Çyzygyň uzynlygy hasaplanylanda trigonometriki funksiýalary ulanmak bilen aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

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

Çyzygyň uzynlygyny kesgitlemekde Pifagoryň teoremasyny ulanmak hem bolar:

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

Mysallar çözülende EHM-lerden peýdalanylisa, has-da çaltlandyrrar.

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

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

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

$$tga = -2.067388.$$

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

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

$$ctga = -0,483702.$$

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

Çyzygyň uzynlygyny Pifagoryň teoremasy boýunça hasaplasak, onda:

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

Çyzygyň uzynlygynyň hasaplanylşynyň dogrulygyny barlalyň. Onuň üçin trigonometriki formulalary ulanalyň we hasaplamaný aşakdaky ýaly geçireliň:

$$S_{1-2} = \frac{(-201,52)}{\sin 115^\circ 49'} = 462,80 \text{ m we } S_{1-2} = \frac{416,62}{\cos 115^\circ 49'} = 462,82 \text{ m}.$$

Pifagoryň teoremasynyň we trigonometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýan çyzygyň uzynlygy, takmynan, biri-birine deňdir, onda geçirilen hasaplamalary dogry diýmek bolar.

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

```

10 rem «Ters geodeziki mysaly çözmek»
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 nädogry»: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; «metr»
180 end

```

## 2.5. Geodeziki we gönüburçly koordinatalaryň arasyndaky arabaglanyşyk

Ozal bellenilip geçilişi ýaly, 6°-lyk her bir çäkde koordinatalar oky we sistemanyň başlangyjy ýerini üstünde kesgitlenilen geografiki ýagdaýy alýar. Her bir aýratyn çägiň gönüburçly koordinatalar sistemalary we Ýer ellipsoidiniň üstünde geodeziki koordinatalar sistemasy özara arabaglanyşygy saklaýar. Bu bolsa, öz gezeginde, ýeňil deňşdirilip we bir çäkden beýleki çäkdäki obýektleriň gönüburçly koordinatalaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär, şeýle hem nokatlaryň belli bolan geodeziki koordinatalar arkaly gönüburçly koordinatalary hasaplamaga ýa-da tersine, gönüburçly koordinatalar boýunça geodeziki koordinatalary hasaplamaga esas döredýär.

Nokadyň gönüburçly koordinatalaryndan geodeziki koordinatalara takyk geçmek üçin ýörite tablisalar ulanylýar (geodeziki hasaplamalar üçin). Haçan-da hasaplamakda ýokary takyklyk gerek bolmasa,

ellipsoidi Ýer togalagy bilen çalşyp, 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 ( $^{\circ}$ );

$X$  – absissanyň kilometrdäki bahasy;

$N$  – çägiň tertibi;

$Y$  – nokadyň ordinatasynyň  $km$ -däki bahasy;

$111,2$  – meridianyň dugasynyň  $1^{\circ}$ -yna düşýän ortaça uzynlyk ( $km$ ).

**1-nji mysal.** Eger-de kartadan nokadyň kesgitlenilen gönüburçly koordinatalary  $X=5785 km$ ,  $Y=7564 km$  bahalara deň bolsa, onuň bahasyny geografiki koordinatalar sistemasyna, takmynan, aşakdaky ýaly geçirmek bolar.

Nokadyň geografiki giňligini aşakdaky ýaly taparys:

$$B = \frac{5785}{111,5} = 52^{\circ}.$$

Nokadyň geografiki uzaklygyny bahasyny formula goýmak bilen aşakdaky ýaly kesgitlemek mümkin:

$$L = 7 \cdot 6 - 3 + \frac{564 - 500}{111,2 \cdot \cos 52^{\circ}} = 39 + 1 = 40^{\circ}.$$

Alnan netijelere esaslansak, onda nokadyň geografiki giňligi  $B=52^{\circ}$  we uzaklygy  $L=40^{\circ}$  baha deň bolar.

## 2.6. Halkara koordinatalar sistemalary

Kartalaşdyrmakda ylmy we amaly meseleleri çözmek üçin *geodeziki koordinatalar sistemasy* girizilýär. Bu ýerde: *umumyýer* – bitewi Ýer we *referens* – áyratyn sebitler ýa-da döwletler üçin ulanylýan görnüşlerini bellemek bolar.

**Umumyýer koordinatalar sistemasy** global meseleleri çözmek we kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar. Olar: Ýeriň formasy, daşky grawitasion meýdany, şeýle-de Ýer polýuslarynyň wagta görä üýtgemegi, Ýeriň öz okunyň daşyndan endigan aýlanmazlygy, Ýeriň grawitasion meýdanyny kesgitlemek we kosmos enjamlaryny dolandyrmak

üçin ulanylýar. Şu maksat üçin *planetar model* – ellipsoidiň aýlanmasy döredilýär. Ýeriň ellipsoidi özüniň ölçeglerini (parametrini), massasyny, aýlanmanyň burç tizligini we ş.m. Ýeriň parametrlerine has ýakyn bolan *fundamental parametrlerini* hem alýar. Modeliň töweregindäki gravitasion meýdan onuň üstündäki agyrlyk güýjüniň dartylmagyna hem-de merkeze ymtylýan güýje deňtäsirlidir. Bu bolsa Ýerde we oňa ýakyn giňişlikde hakyky bar bolan güýje ýakyndygyny görkezýär.

Ýeriň *fundamental parametrlerine* elektrik magnit tolkunlarynyň wakuumda ýaýrama tizligi hem degişlidir. Bu ýerde aralygy ýagtylygyň ýa-da radio tolkunlarynyň tizligini aralygyň geçilen wagtyna köpeltmek bilen kesgitlemek bolar. Bu tizligiň kemelmegi ýa-da artmagy geometriki aralygyň kemelmegine ýa-da uzalmagyna getirýär. Şonuň üçin hem elektrik magnit tolkunlarynyň tizligi Ýeriň üstünde islendik gurmalar (postroyeniýe) üçin ýeke-täk çyzykly masştabda alynýar.

Umumyýer ellipsoidinde giňişlik gönüburçly koordinatalar  $X$ ,  $Y$  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 nokadyny we  $Y$  oky bolsa sag sistemany emele getirip ýerleşdirilendir.

Ýer gabygyny koordinatalar sistemasynda oriýentirmek üçin ellipsoidiň başlangyjy Ýer massasynyň merkezi nokady bilen, başlangyç meridian bolsa *Grinwiç meridiany* bilen gabat getirilýär, emma aýlanma oky demirgazyk şertli polýusa tarap käbir bellenen (fiksirlenilen) ortaça ýagdaýa ugrukdyrylýar. Bu bolsa wagtyň geçmegi bilen Ýer gabygynyň ýyldyzlara otnositellikde belli aralyga süýşmegi bilen baglanyşyklydyr. Şular ýaly şertli polýus *Halkara şertli başlangyç* adyny alýar. Şonuň bilen birlikde geosentriki *Grinwiç koordinatalar sistemasy* goýulýar.

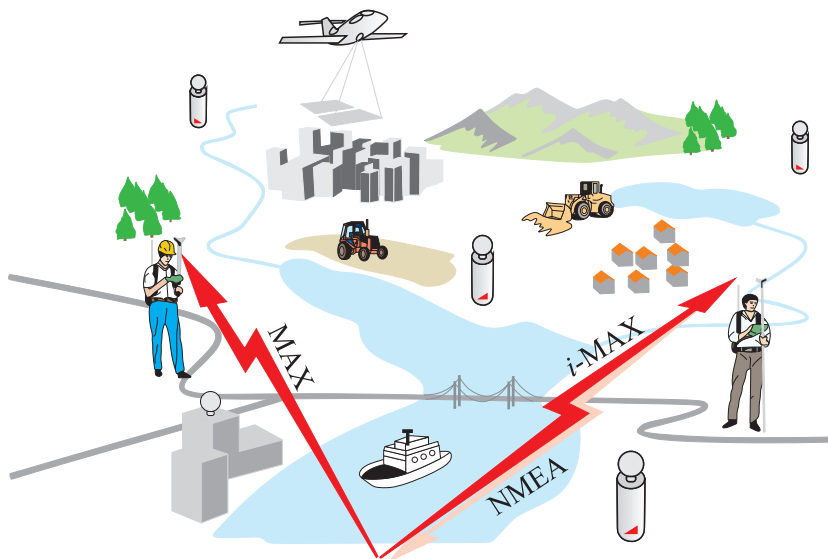
Amaly ýagdaýda geosentriki *Grinwiç* koordinatlar sistemasy döretmek meselesi durýar. **Geodeziki tor** – bu geodeziki punktlaryň toplumu bolup, olaryň ýagdaýy geodeziki ölçegleriň netijesinde ýeke-täk koordinatalar sistemasynda kesgitlenilendir.

Her bir punkt ýeriň üstüne ýa-da kosmos enjamyna berkidilýär. Olar tekizlikde  $X$  we  $Y$  koordinatalary we nokadyň beýikligi  $Z$  oky alýar. Bu ululyklary ellipsoidiň üstünde ýagdaýy kesgitleýän giňlik ( $B$ ) we uzaklyk ( $L$ ) hem-de ellipsoidiň üstündäki beýiklik ( $H$ ) bilen hasaplamak mümkin. Ellipsoidi kartanyň tekizliginde käbir proyekt-



siýada şekillendirmek bolar, emma punktlar üçin tekiz gönüburçly koordinatalary ( $x, y$ ) ulanmak bolýar. Toruň punktlaryndan ölçegleri geçirmek ýoly bilen, täze beýleki punktlaryň, şonuň bilen birlikde kosmos enjamlarynyň ýagdaýy kesgitlenilýär we olara baglylykda Ýerdäki nokatlaryň koordinatalary gaýtadan geçirilýär.

**Geodeziki torlar** – bu koordinatalar sistemasynyň has ynamly we kämilleşdirilen amaly (praktiki) usulydyr. Toruň punktlarynda ölçegler has ynamly, köp gezek gaýtalamak we berk matematiki hasaplamalara esaslanmak bilen geçirilýär (2.12-nji surat). Häzirki zaman geodeziki torlary galaktikadan daşarda ýerleşýän Gün sistemasyndan we Ýeriň hemralaryndan has uzakda ýerleşen nokatlanç radio çeşmeleri boýunça kosmos geodeziýasynyň ölçegleri bilen gurulýar. Geodeziki torlary gurmakda has görnükli orunlary pozisionirmegiň global sistemasy alýar.



**2.12-nji surat.** GPS sistemaly referens stansiýalarynyň umumyýer koordinatalar sistemalaryny döretmekde ulanylyşy

Häzirki döwürde dünýä möçberinde meşhur umumyýer koordinatalar sistemalary bellidir. Olar birmeňzeş nazary ýagdaýlara daýanýarlar. Punktlaryň arasyndaky tapawut, aýratyn hem, fundamental parametrleriň ölçegindäki ýalňyşlyklara, geodeziki punktlaryň endigan ýerleşmezligine we olary matematiki işlemegiň aýratynlygyna baglydyr.

Ýeriň aýlanmasynyň halkara gullugynyň **IERS** (*International Earth Rotation Service*) ýokary takykly ölçegleriniň netijesinde umumyýer koordinatalar sistemasy **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) döredilýär. Şuňa baglylykda **GRS-80** ellipsoidi alynýar. Bu sistema Ýeriň üstünde **ITRF** (*International Terrestrial Reference Frame*) punktlarynyň tory bilen üpjün edilendir. ITRF sistemasynyň yüzlerçe punktlary Ýeriň üstünde materiklerde we ähli okeanlardaky adalarda ýerleşdirilen bolup, olaryň ýalňyşlyklary 10 *sm*-den geçmeýär. Geodinamiki hadysalara baglylykda, punktlaryň koordinatalary 1–2 *sm/ýyl* tizlik bilen üýtgeýär. Şonuň üçin hem olaryň ýagdaýy zygiderli täzelenýär we koordinatalaryň katalogynda üýtgedilen ýyly, meselem, *ITRF-94* görkezilýär.

Ýer togalagynyň ähli ýerinde diýen ýaly ABŞ-nyň pozisionirlemegiň hemraly sistemasy giň ýaýramany almagy bilen baglanyşyklykda 1984-nji ýylda **WGS-84** (*World Geodetic System – Dünýäniň geodeziki sistemasy*, 1984 ý.) sistemasy döredildi. Onuň parametrleri **GRS-80** ellipsoidi bilen gabat gelýär.

1993-nji ýyldan bäri Ýer togalagynyň Halkara geodeziki gullugy – **IGS** (*International Geodynamics GPS Service*) stansiýasy hereket edýär. Onuň parametrleri **WGS-84** we **ITRS** koordinatalar sistemalaryny biri-birine ýakynlaşdyrýar. XX asyryň ahylarynda bu sistemada, takmynan, 200-*e* ýakyn geodeziki punktlar bolup, olardan ABŞ-nyň *GPS* sistemasynyň kabul edijileriniň kömegi bilen zygiderli gözegçilikler geçirilýär. Türkmenistanyň çäginde bu stansiýalaryň birnäçesi elýeterlidir.

Koordinatalaryň referens sistemasy aýratyn sebitlerde we döwletlerde referens–ellipsoidiň kömegi bilen goýulýar. Bu bolsa berlen ýurduň çäginde amatly ýerleri almak bilen döredilýär, şeýle-de bu diňe bir dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen meýdan çäginde islendik topografiki–geodeziýa işleriniň oňaly geçirilmegi üçin zerur bolan şertlere hem baglydyr. Referens – ellipsoidi Ýer gabygynda (örtüginde) *berlen geodeziki senä* baglylykda oriýentirlenilýär, ýagny referens – ellipsoidiň parametrleri giňlik we uzaklyk, olaryň arasyndaky arabaglanyşyk berlen punktada astronomiki koordinatalaryň esasynda goýulýar.

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



# III

## GEODEZIKI TORLAR

### 3.1. Umumy düşünje

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

Punktuň planly (abssissa  $X$  we ordinata  $Y$  oklarynyň) ýagdaýy belli bolsa, onda oňa **planly daýanç punkty** diýilýär. Eger-de punktuň absolýut ýa-da otnositel beýikligi belli bolsa, onda ol beýiklige **daýanç punkty** diýilýär. Şoňa görä-de geodeziki torlar *planly*, *planly-beýiklik* we *beýiklik* ýaly görnüşlere bölünýärler.

Türkmenistanyň geodeziki torlary *döwlet geodeziki daýanç*, *dolduryjy (köpeldilen)* we *surata almak esasly* torlara bölünýärler.

**Döwlet geodeziki daýanç torlary** ýeriň üstünde mahsus maksatnamalaryň esasynda döredilýär. Olar dürli masştabdaky topografiki planlary we kartalary almakda daýanç nokatlary bolup hyzmat edýärler. Bu torlar ýurdumyzyň halk hojalygynda dürli ylmy-amaly meseleleri çözmekde hem ulanylýar. Muňa mysal edip, Ýeriň formasyň, ölçegleriniň we Ýer gabygynyň hereketleriniň öwrenilişini, okeanlaryň we deňizleriň suwlarynyň üst derejeleriniň biri-birinden tapawudynyň kesgitlenilişini, şeýle-de dürli görnüşli takyk binalaryň deformasiýalarynyň kesgitlenilişini we ş.m. görkezmek mümkin. Uly binalaryň inženerçilik taslamalary Ýere geodeziki daýanç punktlaryna esaslanlyp geçirilýär.

Döwlet geodeziki daýanç torlary ýurdumyzyň islendik ýerinde biri-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 koordinatalar sistemasyna birleşdirmäge kömek berýär.

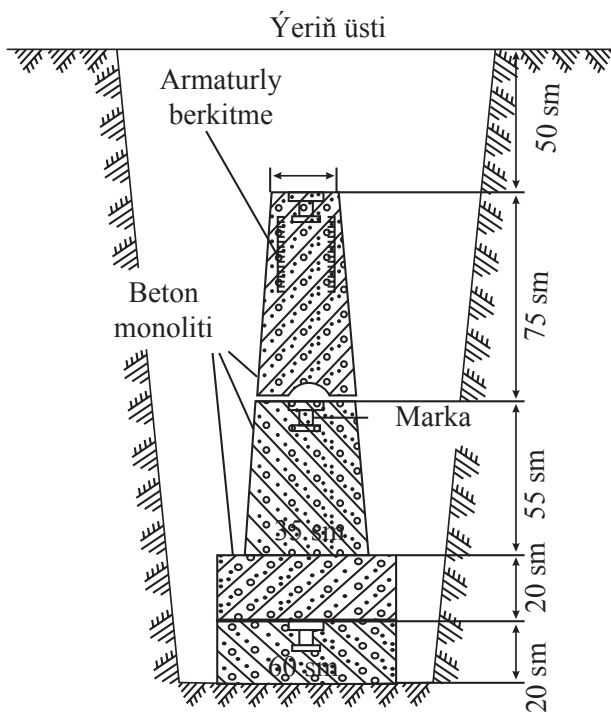
**Dolduryjy (köpeldilen) geodeziki torlar**  $1:500-1:5000$  masştably topografiki planlary döretmek hem-de gurluşyk geçirilýän meýdançalarda ýerine ýetirilýän geodeziýa işlerini amala aşyrmak we netijeleri barlamak üçin esas bolup hyzmat edýär.

**Plan almak torlary** dürli masştabdaky topografiki planlary almak üçin esas bolup hyzmat edýär. Surata almak esasly torlary döretmekde *teodolit, menzula, niwelir, taheometr* we ş.m. ýörelgeler ulanylýar. Teodolitde surata almak bilen menzulada surata almak üçin *analitiki esas* geçirilýär. Goemetriki toruň punktlarynyň ýagdaýlary göni we ters geodeziki kesişdirmek usullaryndan peýdalanylyp tapylýar.

### 3.2. Ýerde geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek

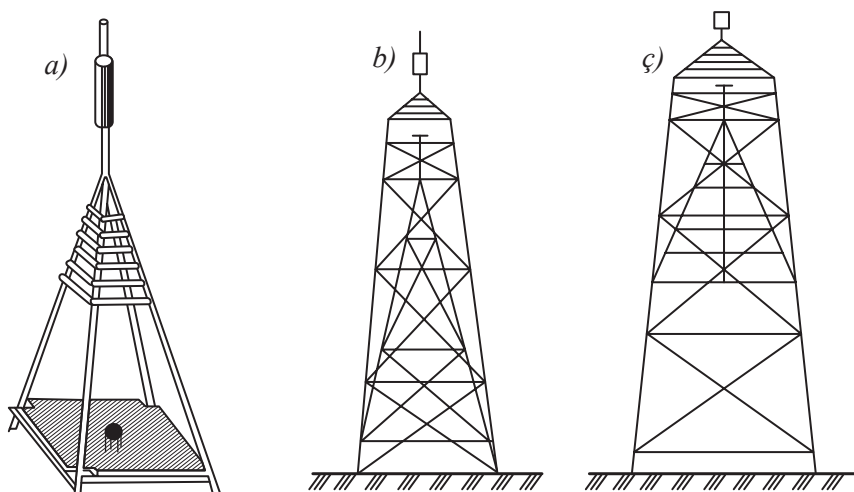
Geodeziki daýanç torlary punktlarynyň ähmiýetine, olardan peýdalanylyşyna seredilip Ýeriň üstünde bellenilýär. Döwlet geodeziki beýiklik torlarynyň punktlary köp wagtlap peýdalanylmak maksady bilen, ýerde berk saklanylýan mahsus belgiler bilen berkidilýär. Bu belgileri **marka** diýip atlandyrmak kabul edilendir.

Ýeriň tebigy geografiki şertlerine we geodeziki punktuň ähmiýetine baglylykda dürli görnüşli merkezler ulanylýar. Merkezleriň düzülişi we ýere ornaşdyrylyşy mahsus görkezmelerde berilýär. Ýer gabygynda merkezleriň alnyş çuňluklary 0,5-4 metre çenli aralyklarda çuň we ýüzleý ýagdaýda ornaşdyrylan bolýar. Geodeziki merkezleri ýeriň üstüne ornaşdyrmak üçin Ýeriň gabygynda 2 m çemesi çukur gazylyp, onda üç sany beton monolit ýerleşdirilýär. Beton monolitlere çöýundan ýasalan markalar bir wertikal çyzykda ýerleşdirilýär (*3.1-nji surat*). Markalar gurluşlary boýunça dürli-dürli bolýarlar. Markalaryň ölçegleri ýasalan (gurlan) wagtynda *mm* hasabynda alynýar.



3.1-nji surat. Geodeziki merkez

Çoýun markanyň 2 mm-li deşijegi punktuň merkezi hasaplanylýar. Geodeziki daýanç punktlaryny geçirmekde şol deşijegiň koordinatalary hasaplanylýar. Monolit markasy ýeriň üstünden 50 sm çuňlukda gömülýär. Ýerdäki merkezi aňsatlyk bilen tapmak üçin monolitiň üstüne sütün goýulýar. Bir punktdan ikinji punkty görmek maksady bilen, olaryň merkezleriniň üstüne mahsus geodeziki *belgi* – *piramida* ornaşdyrylýar (3.2-nji surat). Piramidalaryň beýikligi 10–12 metre, daglyk we tokaýlyk ýerlerde 40–50 metre çenli bolup biler. Ýakyn ýerleşen punktlary ýerden görkezip bolmaýan ýagdaýlarynda daýanç punktlaryna gurallary çykarmak we bu punktdan beýleki punkty görkezmek üçin signallar gurulýar. Signallaryň beýikligi 12–15 metreden 40 metre çenli bolýar. Piramida we signallar agaçdan ýa-da metaldan ýasalyp, gurluşy ýönekeý we çylşyrymly signallar görnüşinde ýeriň üstüne berkidilýär.



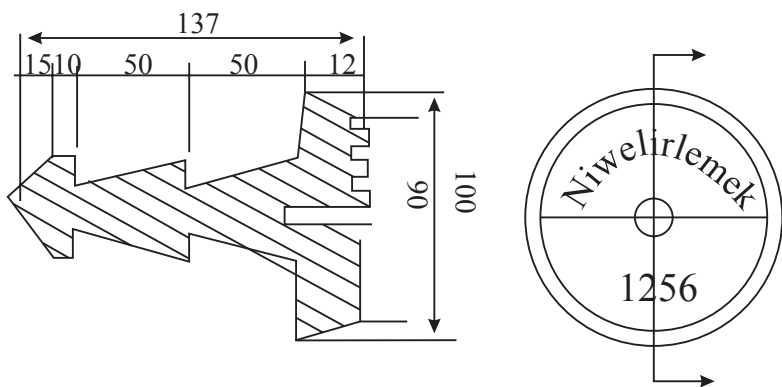
### 3.2-nji surat. Geodeziki belgiler:

a – piramida; b – sada signal; ç – çylşyrymly signal

*Döwlet geodeziki beýiklik torlarynyň ýagdaýy, hemişelik bellik hasaplanylýan markalar we reperler bilen belgilenilýär. Hemişelik reperleriň we markalaryň beýiklik torlarynyň punktlarynyň absolýut bahalaryny kesgitlemekde, ýagny niwelirlemegiň kyn ýerlerinde reperiniň (markanyň) arasyndaky aralygyň 10–15 km-e ýetmegi mümkindir. Ýokary takyklykdaky beýiklik torlarynyň (I we II derejeli niwelirleme torlary) her 50–80 km-den birleşýän (düwünli) nokatlary hemişelik saklanýan signallar bilen belgilenilip saklanýlar.*

Marka çoýun diskden (3.3-nji surat) ybarat bolup, beýik göterilen ymaratlaryň diwaryna, gaýa, köprü, gidrotehniki gurluşa we beýleki binalaryň daýanjyna 1,5 metr beýiklikden berkidilýär. Markany ornaşdyrmak üçin ymaratyň ýa-da gurluşyň diwary oýulyp deşilýär, deşik ýuwulup arassalanylýar, soňra onuň içine marka gorizontaly ýagdaýda ýerleşdirilip, ýörite sement bilen berkidilýär. Markanyň diwardan çykyp duran kesiminiň ortasynda 4 mm kesilen deşik bolýar. Niwelirlenilýän wagtynda şu deşiğiň merkeziniň absolýut beýikligi kesgittenilýär.

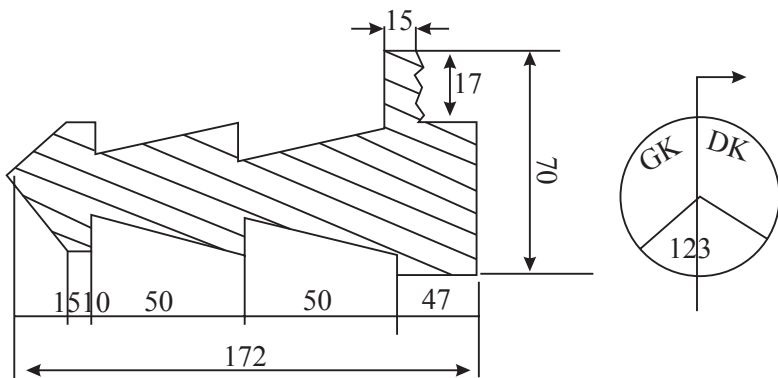
Reperleriň binalaryň diwarlaryna we topraga ornaşdyrylýanlary bolup, olar **diwar** ýa-da **toprak reperleri** diýlip atlandyrylmak bilen biri-birinden tapawutlandyrylýar.



**3.3-nji surat.** Geodeziki beýiklik punkty (marka)

Reperler binalaryň diwaryna ýa-da gaýalara 0,5-0,6 m beýiklikde ornaşdyrylýar. Reperiň markadan tapawudy onuň diwardan kesilip çykyp durmagydyr. Marka we repere olary ornaşdyrýan kärhananyň ady we tertipleri ýazylyp goýulýar (3.4-nji surat).

Reperi ornaşdyrmak üçin mynasyp ymaratyň (binanyň) bolmadyk ýerlerinde ol ýerde gurulýar. Şular ýaly gurluşy **toprak reperleri** diýip atlandyrmak kabul edilendir.



**3.4-nji surat.** Geodeziki punkt (reper)

Gysgamöhletli (1-2 ýyla çenli) ulanylýan beýiklik torlarynyň punktlaryna *wagtlayyn reperler* ornaşdyrylýar. Ýere gömlen agaç sütüni, seplimiň (relsiň) bölegi, agajyň töňňesi we beýlekiler **wagtlayyn reper** bolup biler.



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

### 3.3. Geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň usullary

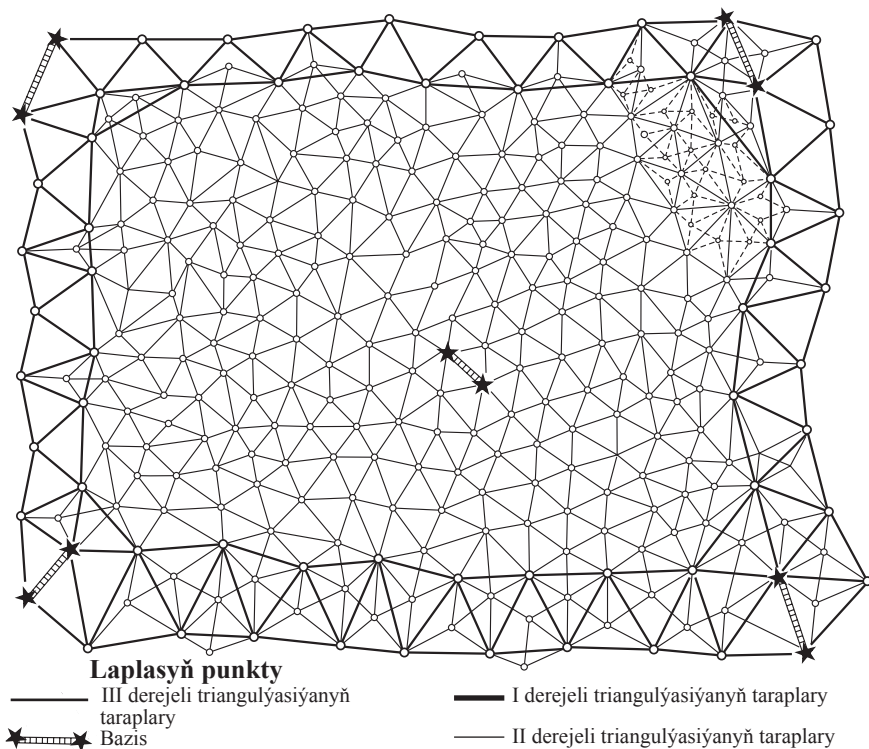
Geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň birnäçe usullary bar. Olar *astronomiki, geodeziki, radiogeodeziki, kosmos* we ş.m usullardyr. Häzirki wagtda, esasan, *geodeziki usul* giňden ulanylýar. Geodeziki usulyň özi *triangulýasiýa, poligonometriýa we trilaterasiýa* diýen ýaly toparlara bölünýär. *Triangulýasiýa* «*triangulum*» diýen latyn sözi bolup, türkmen diline «*üçburçluk*» diýlip terjime edilýär. *Poligonometriýa* sözi hem latyn sözleri *poln-köp, gwia-burç, metrew-ölçeýärin sözlerinden* bolup, türkmen dilinde «*köp burçy ölçeýärin*» diýmekdir. *Trilaterasiýa* sözi hem gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline «*üç tarapy ölçeýärin*» diýen manyda terjime edilýär.

Punktlaryň geografiki koordinatalary (geografiki giňlik we uzaklyk) aýry-aýrylykda kesgitlenilýär, emma astronomiki usul geodeziki daýanç torlaryna bolan talaby kanagatlandyрмаýar. Şonuň üçin hem astronomiki usul ýokary takyklyk talap edilmeýän ýerlerde (meselem, *1:10000* we ondan kiçi masştably kartalary almakda) ýa-da geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň beýleki usullaryndan peýdalanyp bolmaýan ýagdaýynda, meselem, Arktikada, Antarktidada we başga ýerlerde ulanylýar.

**Astronomiki usul** geodeziki usul bilen bilelikde hem ulanylýar. Geodeziki usulda daýanç torlaryny döretmek üçin, ilki bilen, birnäçe başlangyç punktlar we olaryň koordinatalary astronomiki usul bilen kesgitlenilýär. Daýanç torunyň beýleki punktlarynyň koordinatalary geodeziki ölçeg geçirmegiň netijesinde hasaplanylýp çykarylýar.

Başlangyç punktdan soňra yzygiderlikde gelýän punktlar çyzyk bilen birleşdirilse, tor emele gelýär. Hatar ýanaşyk üçburçluklar-

dan ybarat bolan tora **triangulýasiýa** (3.5-nji surat), eger-de ýapyk döwürk çyzyklardan, ýagny köpburçluklardan ybarat bolsa, onda **poligonometriýa tory** diýlip aýdylýar.



### 3.5-nji surat. Döwlet geodeziki torlarynyň görnüşleri

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

**Gurmagyň trilaterasiýa usuly** hem edil triangulýasiýa usulyňa meňzeş ýeriň üstünde ýatyrylyp, diňe ölçenilýän ululyklary bilen biri-birinden tapawutlanýarlar. Trilaterasiýa usulynda diňe üçburçlukla-

ryň tarapynyň uzynlyklary ýokary takyklyk bilen ölçenilip, galan elementleri hasaplamak ýoly bilen kesgitlenilýär.

**Poligonometriýa usulynda** ähli gorizonta burçlar we taraplaryň uzynlyklary ölçenilýär. Olar, köplenç, şäherleriň, tokaýlaryň, dagyň we ş.m. ýapyk ýerlerinde geçirilýär. Bu usulda, teodolit ýörelgesinden tapawutlylykda, geçirilýän ölçegler ýokary takyklyk bilen alnyp barylýar.

Soňky ýyllarda *1:50000* we *1:100000*, aýratyn hem, *1:25000* masştably topografiki planlary düzmek üçin geodeziki daýanç torlaryny döretmekde *radiogeodeziki usul* ulanylýar. Radiogeodeziki usul ýer üstüniň çägi uçardan surata alnan halatynda uçaryň koordinatasyny kesgitlemäge esaslanýar. Bu usul köpsanly biri-birinden uzakda ýerleşen hem-de özara görünmeýän punktlaryň koordinatalaryny kesgitlemekde ulanylýar.

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

### 3.4. Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlary

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

Türkmenistanyň çäginde *beýikligiň Baltika sistemasy* kabul edilendir. Beýikligiň hasaby *Baltika deňziniň* suwunyň üst derejesiniň

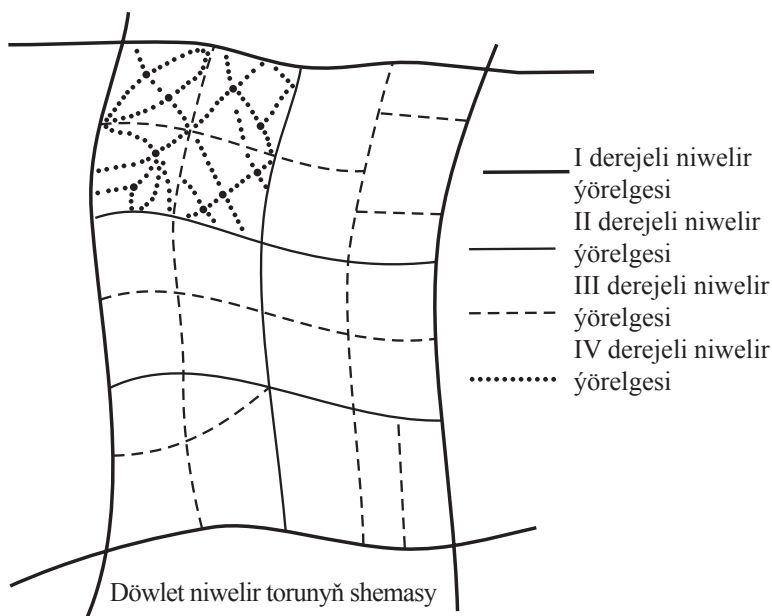
dynçlykdaky we deňagramlykdaky, asuda duran ýagdaýyndan (Kronşadt futştogynyň nolundan) alynýar. **Futştok** – bu okean, deňiz, köl, derýa, suw howdanlarynyň we ş.m. kenarýakalarynda, desgalaryň suwunyň derejesiniň üýtgeýşine gözegçilik etmek maksady bilen goýlan *misden ýa-da gaty agaçdan* (pes deformirlenýän) ýasalan reýkadyr.

3.1-nji tablisa

**Deňiz suwunyň üst derejeleriniň beýikligi**  
(Kronşadt futştogynyň noluna baglylykda alnan)

Okeanlaryň we deňizleriň atlary	Portlaryň ady	Kronşadt futştogynyň nolundan (m)
Gara deňiz	Odessa	–0,529
	Sewastopol	–0,329
	Noworossiýsk	–0,392
	Batumi	–0,340
Azow deňzi	Osipenko	–0,389
Hazar deňzi	Türkmenbaşy	–26,095
	Baku	–25,897
Ýuwaş okeany	Wladiwostok	–0,723

*Kronşadt futştogynyň* noly birnäçe gezek buzuň üstünde niwelirmek arkaly materik bilen birleşdirilendir. Şonuň üçin hem Russiýanyň Lomonosow şäherinde hemişelik markaly nokatlar berkidilendir. 1930-njy ýylda meňzeş niwelirmegiň iň takygy geçirilýär we 173–nji markanyň beýikligi Kronşadt futştogynyň nolundan hasaplanylýar. Bu marka Lomonosow şäherinde ýerleşýär we onuň beýikligi  $H_{173} = +5,4608$  metre deňdir. Marka öňki SSSR-de ýokary takykly niwelirmegi geçirmegiň esasy hasaplanylýar. Şu marka baglylykda 1871-1932-nji ýyllar aralygyn-da öňki SSSR-iň Ýewropa böleginde 8000-den gowrak nokat – markalaryň beýikligi kesgitlenilýär.



**3.6-njy surat.** Döwlet geodeziki beýiklik torlary

Öňki SSSR-iň kenarýakalaryny ýuwýan deňizleriň ählisiniň beýikligi Kronştađt futştogyna baglylykda alynýar.

Öňki SSSR-iň ähli deňizleriniň suwlarynyň üst derejeleri Fin aýlagyndaky suwuň üstünden (Kronştađt futştogynyň nolundan) aşakda ýerleşýärler. Bu ýagdaýy 3.1-nji tablisanyň esasynda görmek bolar.

GDA-nyň ýurtlarynyň çäklerinde döwlet niwelirlemegi ýeterlik takyklyk derejesinde I, II, III, IV we *tehniki* derejeli torlara bölünýärler (3.6-njy surat).

**I derejeli 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 okeanynyň suwunyň üst derejesinden Aral deňzine tarap geçirilmegi, Kronştađt futştogyndan başlap Russiýanyň *Sankt-Peterburg–Moskwa–Wolgograd* arkaly *Türkmenbaşy* şäherine çenli aralykda alnyşyny bellemek bolar. Bu ýörelgeleriň uzynlygy *10 müň kilometre* çenli aralyklarda alnan I derejeli niwelir ýörelgesiniň mysallarydyr.

I derejeli niwelir ýörelgeleri biri-biri bilen kesişip, ýapyk poligonlary emele getirýärler. Poligonyň perimetri *3000-4000 km* aralygynda bolýar. I derejeli niwelirmekde takyk geodeziki gurallar we takyk niwelirmegiň usullary ulanylyp, alnan netijeler ýokary derejedäki takyklygy üpjün etmelidir. Ýörelgä goýlan absolyt ýalňyşlyk aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$f_{goýber} = + 3 \text{ mm} \cdot \sqrt{L}.$$

Bu ýerde  $L$  – ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

I derejeli niwelir ýörelgesi, köplenç, öňünden belli ugurlar boýunça, meselem, uly derýalaryň, magistral gara ýollaryň, demir ýollaryň, dürli görnüşli (nebit, gaz, suw we ş.m.) magistral turbaly geçirijileriň ýakasy bilen geçirilip, ol esasy deňiz we derýa suw ölçeg postlary bilen birleşdirilýär.

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

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

Bu geçelge hem deňiz we suw ölçeg postlary bilen birleşdirilýär. I we II derejeli niwelirmegiň netijesinde ýurdumyzyň çäginde beýiklik sistemasy döredildi.

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

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

Her bir kilometr ýörelge niwelirlenilen wagtynda nokadyň beýikligini kesgitlemekde goýberilýän orta kwadrat ýalňyşlyk  $\pm 5$  mm-e deňdir.

**IV derejeli niwelirmek** ýokary derejeli niwelir torlarynyň punktlarynyň aralygyndan geçirilýär. Bu niwelirmegiň punktlary topografiki plany almakda daýanç nokady bolup hyzmat edýärler.

IV derejeli niwelirmegiň takyklygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

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

Orta kwadrat çakli ýalňyşlyk her bir kilometr ýörelge üçin  $\pm 10$  mm-e deňdir.

*Tehniki takykly* niwelir ýörelgesi inženerçilik desgalaryny taslamalaşdyrmakda geçirilip, olar ýokary derejeli niwelir geçelgesine daýanýarlar. Tehniki takykly niwelir ýörelgesinde goýberilýän ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplamak mümkin:

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

Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlaryny gurmak, ilki bilen, niwelirmegiň katalogyny düzmek bilen başlanýar. Niwelirmegiň katalogynda punktuň derejesi, ýerine ýetirilen ýyly, niwelirmegi geçiren kärhananyň ady, markanyň we reperiň tertibi, görnüşi, ýerleşen ýeriniň abrisi, başlangyç repere ýa-da marka çenli bolan aralyk we Kronşadt futştogyndan beýikligi görkezilýär. Beýiklik daýanç torlary dogrusyndaky maglumatlar *Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň 5-nji kärhanasynda* saklanylýar.



# IV

## GEODEZİYADA ÖLÇEG İŞLERİ

### 4.1. Ölçegleriň görnüşleri we ýalňyşlyklar nazaryýeti

#### 4.1.1. Umumy düşünje

Geodeziýada obýektleriň ölçenilişi *çyzykly, burçly we fiziki* ululyklar boýunça ýerine ýetirilýär.

*Çyzykly ölçeglere*, meselem, triangulýasiýada *bazisiň uzynlygyny*, poligonometriýada *çyzyklaryň uzynlyklaryny*, *gorizontal we wertikal burçlary*, fiziki ululyklardan *howanyň temperaturasynyň*, *basyşynyň*, *çyglylygynyň ölçenilişini* sanap geçmek bolar.

Islendik ululygy ölçemek aşakdakylardan durýar:

1. Ölçenilýän ululygyň ölçenilip alnyş usulyna baglylykda *gönüden-göni* we *gytaklaýyn* bolýar.

2. Şol bir ululygyň ölçenilişi sanyna baglylykda *esasy we artykmaç* bolup biler.

3. Ölçeg şertleriniň hemişelikdigine baglylykda *deň we deňdäl takykly* bolýar.

4. Eger-de haýsy hem bolsa bir ululyk birnäçe gezek ölçenilen bolsa we her bir aýry ölçegiň netijesi biri-birine bagly bolmazdan alynsa, onda oňa **bagly däl ölçegler** diýilýär.

**Gönüden-göni ölçegler** ölçenilýän ululygyň özi ölçenilende alynýar. **Gytaklaýyn ölçegler** haçan-da haýsy hem bolsa bir ululygyň bahasy beýleki ululyklary ölçemek we belli formulalaryň kömegi bilen hasaplamak ýoly bilen alynsa bolýar. Meselem, tekiz üçburçlugyň iki  $A$  we  $B$  burçlary ölçenilen, emma üçünji  $C$  burçy bolsa  $C = 180^\circ - (A+B)$  formulanyň kömegi bilen hasaplasak alynýar. Ýene-de bir mysal, ýagny geçip bolmaýan  $AB$  aralygy ölçemekde çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary belli bolsa, onda *Pifagoryň*



*teoremasynyň* formulasyny ulanyp, çyzygyň uzynlygyny kesgitleýäris. Onda  $C$  burçuň we  $AB$  çyzygyň uzynlygynyň kesgitenilmegi *gytaklaýyn ölçeglere* degişlidir.

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

Gytaklaýyn ölçeglere mysal edip, tekiz üçburçluklaryň alty sany elementiniň onuň üç sany elementini, ýagny iki sany burçuny we olaryň arasyndaky tarapyňy ýa-da iki tarapyňy, 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 ýetirijiniň tejribesine baglydyr.

**Gytaklaýyn ölçegleriň** takyklygy gönüden-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 ölçeg** diýilýär. Esasy ölçegden köp geçirilýän ölçege **artykmaç ölçeg** diýilýär.

Meselem, çyzygyň uzynlygyny bilmek üçin, iň bolmanda, bir gezek ölçemegi geçirmek zerurdyr. Eger-de çyzyk  $n$  gezek ölçenilen bolsa, *onda  $n-1$  ölçeg artykmaç bolar.*

Islendik ölçegi geçirmek üçin *ölçeg obýekti, ölçeýji gural* we *ýerine ýetiriji* bolmalydyr. Ölçegler bir ýa-da başga şertlerde belli bir usullarda geçirilýär.

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

Burçlary ölçemek üçin ulanylýan gurallar aşakdaky burç ölçeginiň hasaply gurullaryny alýarlar.

1. Gradus ölçeginde töwerek  $360$  sany deň böleklere bölünýär, göni burç  $90^\circ$ -a deňdir.

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

2. Grad böleginde töwerek 400 sany deň bölege bölünen, göni burç 100 g (grada) deňdir, ýagny:

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

3. Artilleriýa böleginde töwerek 60-00 (alty müň bölek) sany deň bölege bölünýär, göni burç 15-00 (bir müň baş ýüz bölek) artilleriýa bölegine deňdir, ýagny:

$$0-01=3,6'.$$

Bir artilleriýa bölegindäki duganyň uzynlygy (onuň çyzylan radiusy boýunça)  $0,0010472=0,001$  bahany alýar.

4. Radian böleginde 1 radian töwregiň radiusynyň, onuň dugasynyň uzynlygyna deň bolan burçudyr. Bir radian  $57,29578^{\circ} = 3437,7468' = 206265''$  baha deňdir.

Ölçeğiň takyklygy islendik ululygy ölçemegiň usulyna, olaryň sanyna we ölçeg hadysalaryna garaşlydyr. **Deňtakykly ölçegler** birmeňzeş netijäniň bir ýa-da takyklygy boýunça deň bolan başga bir gural bilen deň şertlerde geçirilen ölçeglerdir. Ýokardaky agzalan şertler bozulan ýagdaýynda alnan netije **deňdäl takykly** bolýar. Köp ýagdaýlarda deň we *deňdäl takykly* ölçegleriň netijesinde alnan ululygyň takyklygyna baha berilýär.

Alnan mysaly gerek takyklykda çözer ýaly geodeziýa işlerinde şol bir elementi birnäçe gezek ölçemek zerur bolýar. Ölçeğiň sany näçe köp bolsa, takyklyk şonça-da artýar.

### 4.1.2. Ölçeglerdäki ýalňyşlyklar

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

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

**Gural ýalňyşlygy** 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 agzalarynyň näsazlygyna ýa-da bedeniniň aýratynlyklaryna we ş.m. baglydyr.

**Daşky ýalňyşlyk** daşky gurşawyň üýtgäp durmagyna baglydyr. Meselem, temperaturanyň üýtgäp durmagy, howanyň çyglylygynyň üýtgemegi, howanyň basyşynyň we ş.m. üýtgemegi bilen ýüze çykýar.

**Usuly (metodiki) ýalňyşlyk** birnäçe ölçeg serişdelerinde üýtgemeleriň kanunalaýyklygynyň göz önünde tutulmazlygyndan, 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 boýunça birnäçe gezek ölçemek ýoly bilen ýa-da takyklygy boýunça ýokary bolan gurallary ulanmak arkaly azaltmak bolar.

Ýalňyşlyklar ýüze çykyş kanunalaýyklyklary boýunça *gödek*, *zygider* we *tötänleýin* ýaly toparlara bölünýär.

**Gödek ýalňyşlyklar** köplenç ýagdaýlarda şowa netijeler sebäpli, ýagny ýerine ýetirijiniň hüşgär däldiginden ýüze çykýar. Bu ýalňyşlyklar gaýtadan ölçemek ýoly bilen ýüze çykarylýar we olar hakyky bahalary bilen çalşyrylýar.

Gödek ýalňyşlyklaryň ýüze çykmagy ölçegde bolup ýa-da bolman hem biler. Eger-de haýsy hem bolsa bir ululygy, meselem, burçy ýa-da çyzygyň uzynlygyny diňe bir gezek ölçesek, onda gödek ýalňyşlygyň ýüze çykmagyna mümkinçilik bolýar. Iki ölçegi geçirmek bilen gödek goýberilen 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 goýberilen ýalňyşlyklar ikinji ölçegde hem goýberilýär. Şonuň üçin hem ýalňyşlyklary ýüze çykarmakda şol bir ululygy

birnäçe gezek ölçemek üçin dürli ýollar we usullar ulanylýar. Me-selem, çyzygyň uzynlygynyň adaty, emma dürli uzynlykdaky ölçeg lentalarynyň, ruletkalarynyň kömegi bilen ölçenilmegini, gorizonta burçlaryň birnäçe usullar, emma her bir usulyň arasynda gorizonta tegelegiň limbiniň dürli ugurlarda oriýentirlenmegi bilen ölçenilişini mysal getirmek bolar.

Gödek ýalňyşlyklaryň emele gelmeginiň sebäpleri psihologiýa ylmynyň çägene degişlidir. Şonuň üçin hem bu ýalňyşlyklar nazaryýe-tinde seredilmeyär.

**Yzygider ýalňyşlyklar** ýüze çykyşyna baglylykda, şol ýa-da beýleki bir düzgüne 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 biler. Gural bilen bolýan ýalňyşlyklaryň ýönekeý mysaly bolup, çyzygyň uzynlygynyň ölçeg ýüpüniň kömegi bilen ölçenmegi durýar. Ölçeg ruletkasynyň kömegi bilen öň  $AB$  göni çyzygyň uzynlygy ölçenilen. Ol  $l_{orta} = 123,53$  metre deň diýeliň. Ony ýene-de ýasama *10 metrlik* ýüpüň kömegi bilen ölçäpdirler. Alnan netijeler aşakdakylar:  $l_1 = 125,4 m$ ,  $l_2 = 125,8 m$ ,  $l_3 = 125,6 m$ ,  $l_4 = 126,2 m$ ,  $l_5 = 126,0 m$ , we  $l_{orta} = 125,8 m$ . Alnan baha polatdan ýasalan ölçeg ruletkasynyň netijesi bilen, takmynan, *2,3 m* tapawut edýär. Bu bolsa ölçegde hemişelik ýalňyşlygyň bardygyny görkezýär.

Polat ölçeg lentasynyň metaldan ýasalandygy sebäpli, daşky gurşawyň ýagdaýy az täsir edýär, ýagny onuň uzynlygy takyk *20* metre deň. Ony *etalon* diýip alalyň we ölçeg ýüpi bilen deňeşdire-liň. Deňeşdirmegiň netijesinde ýüpüň uzynlygynyň çyglylygyň täsiri netijesinde *10 m* bolman, eýsem onuň *10,15 metre* çenli süýnendigi anyk-lanyldy. Şonuň üçin çyzygyň üstüne ýüp her gezek goýlanda *0,15 m* artykmaç ölçeyär.

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

$$l = l_{\text{ölç}} + 0,15 \cdot \frac{l_{\text{ölç}}}{10}.$$

Bu ýerde 0,15  $m$  ölçeg ýüpüniň her bir gezek goýlan sanyna düzedişi aňladýar.

**Tötänleýin ýalňyşlyklar.** Bu tötänleýin häsiýete eýe bolýar. Olar kesgitlenilen matematiki kanunlara boýun egmezden alnan netijä girýärler. Bu ýalňyşlyklar statistik kanunalaýyklyklar bilen baglanyşyklydyr.

Tötänleýin ýalňyşlyk aşakdaky gurluşlary öz içine alýar:

1. Absolýut ululygy boýunça ýalňyşlyklar belli çäkden geçmeýär.
2. Ýalňyşlyklar näçe uly bolsa, hatar-da şonça azdyr.
3. Absolýut ululyklary boýunça goşmak (+) we aýyrmak (–) almatly ýalňyşlyklar deň hem-de tiz-tizden duş gelýär.
4. Ýalňyşlyklaryň algebraik jemi elmydama gutarnykly kiçi sandyr.

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

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

Tötänleýin ýalňyşlyklaryň täsirini bir ululygy birnäçe gezek ölçemek ýoly bilen azaltmak mümkin. Onuň iň amatly bahasy hökmünde orta arifmetiki bahany almak bolar.

### 4.1.3. Deňtakykly ölçegleri matematiki hasaplamak

Ululygyň haýsy hem bolsa hakyky ( $X$ ) bahasy bilen  $x_i$  (1, 2, 3, ...,  $n$ ) alnan deňtakykly netijesine **ölçeg hatary** diýilýär. Bu ýagdaýda ölçegleriň anyk bahasyny tapmak gerek bolýar. Ol aşakdaky formulanyň, ýagny *orta arifmetiki* bahanyň üsti bilen tapylýar:

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{n=1}^n x_n.$$

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

Tejribe işlerinde, adatça, uly sanlardan gaça durmak maksady bilen, hasaplama *orta arifmetiki bahanyň şertli nol usuly* ulanylyp geçirilýär. Onuň umumy formulasy aşakdaky ýaly ýazylýar:

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

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 ýalňşlyklaryň  $n$  ölçegdäki algebraik jemi aşakdaky ýaly ýazylýar:

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

Bu ýerde  $K_i = x_i - X_0$  ululyga **tötänleýin ýalňşlygyň gysarmasy** diýilýär.

Geodeziýa ölçeglerinde orta kwadrat ýalňşlyk hem otnositel ýalňşlyk ýaly ulanylýar. Soňky ululyk absolýut ýalňşlygyň ölçenilen ululyga gatnaşygy bilen kesgitlenilýär we drob görnüşinde ýazylýar.

Orta kwadrat ýalňşlygy aşakdaky formula arkaly kesgitläp bolar:

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

Bu ýerde  $n$  – ölçegleriň sany.

$$\Delta_1 = x_1 - X; \Delta_2 = x_2 - X; \Delta_3 = x_3 - X; \Delta_n = x_n - X.$$

Ölçegleriň takyklygy predel (añryçäk) ýalňşlyk bilen kesgitlenilýär. Ol aşakdaky formula ýaly ýazylýar:

$$\Delta_{predel} = 3 \cdot m.$$

**Uzynlyk ölçegleriniň** takyklygynyň häsiýetini otnositel ýalňşlygy hasaplamak bilen bahalandyrmak bolar. Otnositel ýalňşlygy hasaplamagy absolýut ýalňşlygyň bahasy kesgitlenilenden soňra geçirmek bolar. Absolýut ýalňşlyga ( $\Delta$ ) onuň hakyky ( $X$ ) bahasy bilen ölçenilen ( $l$ ) ululyklaryň tapawudy ýaly seretmek bolar:

$$\Delta = l - X.$$

Eger-de ölçenilen ululygyň hakyky bahasy belli bolmasa, onda oňa derek onuň ýakyn  $x_{\text{ýakyn}}$  bahasyny ulanmak bolar.

Otnositel ýalňyşlyk absolyút ýalňyşlygyň hakyky ýa-da oňa ýakyn gatnaşygy ýaly alynýar we aşakdaky ýaly berilýär:

$$\Delta_{\text{otn}} = \frac{\Delta_{\text{abs}}}{x} \text{ ýa-da } \Delta_{\text{otn}} = \frac{\Delta_{\text{abs}}}{x_{\text{ýakyn}}}.$$

Mysallara seredip geçeliň:

**1-nji mysal.** Eger-de  $l = 98,0 \text{ m}$ ;  $X = 100,0 \text{ m}$  bolsa, onda formula goýup aşakdakylary alarys:

$$\Delta = 98 - 100 = -2 \text{ m}; \Delta_{\text{otn}} = -2 / 100 = -1 / 50$$

**2-nji mysal.** Eger-de  $l = 998 \text{ m}$ ,  $X = 1000 \text{ m}$  bolsa, onda formula goýup aşakdakylary alarys:

$$\Delta = 998 - 1000 = -2 \text{ m}; \Delta_{\text{otn}} = -2 / 1000 = -1 / 500$$

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

Ýalňyşlyklaryň nazaryýetinde hakyky ( $x$ ) bahanyň ýerine onuň ähtimally ( $x_{\text{ähtim.}}$ ) bahasyndan peýdalanmak kabul edilen we bu nazaryýet aşakdaky formulanyň amatlydygyny subut etdi:

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

Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanylşyna degişli mysaly 4.1.1-nji tablisadan görüp bolar.

4.1.1-nji tablisa

### Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanylşy

Ölçegeriň tertibi	Ölçenilen uzynlyklar $l_i$ (m)	$\Delta = l - a$ (sm)	$\Delta^2$
1	287,66	+2	4
2	287,78	+14	196
3	287,57	-7	49
4	287,72	+8	64
5	287,51	-13	169
6	287,62	-4	16
$x_{\text{orta}}$	287,64	$\Sigma=0$	$\Delta\Sigma^2=498$

Orta arifmetiki bahany ýokarda bellenen formula arkaly hasaplalyň:

$$x_{orta} = \frac{287,66 + 287,78 + 287,57 + 287,72 + 287,51 + 287,60}{6} = \\ = \frac{1725,84}{6} = 287,64 \text{ m.}$$

Onda orta kwadrat ýalňyşlyk:

$$m = \pm \sqrt{\frac{498}{6}} = \pm 9,11 \text{ sm.}$$

Ýalňyşlygyň predel standarty hökmünde:

$$\Delta_{predel} = 3 \times m = 3 \times 9,11 = 27,33 \text{ sm}$$

baha alynýar.

Orta arifmetiki bahanyň orta kwadrat ýalňyşlygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

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

Biziň alan mysalymyzda:

$$M = \pm \frac{0,09}{\sqrt{6}} = \pm 0,03 \text{ m bolar.}$$

Onda otnositel ýalňyşlyk:

$$\Delta_{om} = \frac{0,03}{287,64} = \frac{1}{7828,63} = \frac{1}{7800}$$

bolar.

Deňtakykly çyzyk ölçeglerini bahalandyrmak üçin, EHM-iň **BASIC** dilinde düzülen hasaplama programmasy aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 rem «Deňtakykly ölçegleri bahalandyrmak»
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 «Ölçeğler nädogry»: end
110 M=sqr(D/(N-1)):S=M/sqr(N):Dp=3*M
120 print «Ölçeğdäki 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 hasaplanylýp geçilişine 4.1.2-nji tablisada berlen maglumatlar boýunça seredip geçeliň.

4.1.2-nji tablica

### Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanylýşy

Ölçeğleriň tertibi	Ölçenilen gorizonta burçlar ( $\beta$ )	$\delta = \beta_{\text{orta}} - \beta$	$\delta_2$
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
	$\Sigma\beta=1080^{\circ}00'$	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma\delta_i^2=4$

Ölçenilen 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 hasaplanylar:

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

Deňtakykly burç ululyklaryny bahalandyrmakda EHM-leriň BASIC dilinde düzülen programmasy 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 «Deňtakykly ölçegleri bahalandyrmak»
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 ýalňyşlyk»
160 print using «M=##.###»;M
170 print «Orta kwadrat gyşarmanyň orta
arifmetiki bahasy»
180 print using «S=##.###»;S
190 print «Çäkli ýalňyşlygyň bahasy»
200 print using «Dp=##.###»;Dp
210 end

```

#### 4.1.4. Deňdäl takyky ýalňyşlyklary matematiki hasaplamak

Deňdäl takyky ölçegleriň netijelerini hasaplamak üçin *ölçeğiň agramy* baradaky düşünjäni girizmek gerek bolýar. Agram ölçenilen 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 ölçegleri 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 takyky ölçegiň netijelerini bahalandyrmakda orta kwadrat bahadan peýdalanylýar. Ölçeg netijeleriniň agramy orta kwadrat baha baglylykda proporsionaldyr, ýagny:

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

Käbir obýekt birnäçe gezek ölçenilen diýeliň, birinji ölçegiň agramy  $P_1$ , ikinji ölçegiň agramy  $P_2$  diýeliň. Onda ölçegiň netijeleriniň jemi aşakdaky ýaly kesgitleniler:

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

**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, ýörelgäniň agramlaryny bolsa  $P_1=8$ ,  $P_1=1$  diýip alsak, onda  $P_2=1/8$  baha deň bolar.

Deňtakykly hatar ölçegleriniň netijelerini bahalandyrmakda aýry-aýry ölçeglerdäki orta kwadrat bahadan, deňdäl takykly hatar ölçegleriniň netijelerini bolsa biri-birine baglylykda her bir hatar üçin agramy bire deň bolan ölçegiň orta kwadrat bahasyndan, ýagny *agram birligi* diýilýän bahadan peýdalanylýar. Meselem, ýerdäki obýekt iki gezek ölçenilen. 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 hasaplanylýş formulasyndan peýdalanylýp aşakdakylary almak bolar:

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

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:

$$n \cdot \mu_n^2 = [P \cdot m_n^2].$$

$$\text{Bu ýerden } \mu = \pm \sqrt{\frac{[P \cdot m_n^2]}{n}} \text{ gelip çykýar.}$$

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

Obýektiň birnäçe deňdäl takykly ölçeg netijelerinden peýdalanylýp, tapylan ygtybarly baha **umumy orta arifmetiki baha** diýilýär. Bu baha her bir ölçegiň öz agramyna köpeldilen agramlaryň jemlerine bölünmegine deňdir. Ol aşakdaky ýaly ýazylyýar:

$$L_0 = \frac{l_1 \cdot P_1 + l_2 \cdot P_2 + l_3 \cdot P_3 + \dots + l_n \cdot P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n} = \frac{[l_n \cdot P_n]}{P_n}.$$

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.

Deňdäl takyky ölçegleriň bahalarynyň hasaplanylýşyna degişli mysaly 4.1.3-nji tablisadan seredip bilersiňiz.

4.1.3-nji tablisa

Ölçegleriň tertibi	Ölçenilen burçlaryň bahasy	Ölçegleriň sany ( $n$ )	Ölçegleriň agramy ( $P$ )	$V$	$V^2$	$P \cdot V^2$
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
			$\Sigma=15$			$\Sigma=160$

Ölçenilen ululygyň orta arifmetiki bahasynyň has ygtybarly ýakyn bahasyny aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

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

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

Agram birliginiň orta kwadrat ýalňyşlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarys:

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

Orta agramyň orta kwadrat ýalňyşlygyny aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

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

## 4.2. Analitiki torlary gurmagyň usullary

### 4.2.1. Plan almagyň ýörelgesini gurmak

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

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

Planly almak esasly toruň punktlary ýeriň üstünde, adatça, wagtlaýyn belgiler, ýagny demirýol 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 punktlarynyň başden bir bölegi toprak ýa-da diwar poligonometriki reperleri görnüşinde hemişelik belgiler bilen berkidilýär. Hökmany berkidilmeli punktlar koordinatalary ýokary derejeli geodeziki torlaryň punktlary hökmünde ýeriň üstüne geçirilýän bolsa alynýar. Şonuň ýaly-da direksion burç geçirilýän çyzyklaryň ahyrky we başlangyç punktlary boýunça alynýan bolsa ulanylýar.

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

Plan almagyň torunyň punktlarynyň gürlügi geçirilýän işiň maksadyna we surata almagyň masştabyna, ilat ýaşayşynyň 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  $15$  punktadan az bolmaly däldir.

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

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

Surata almagyň tory gurlanda, adatyça, 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 (*4.1-nji surat*) 4-6-njy baglaýjy çyzygy alýarys. Bu çyzygyň bir tarapy nokady (4) düwünli nokatdyr. Surata almagyň ýörelgesini 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 ölçenilen gorizont burçlar boýunça 4-6-njy çyzygyň direksion burçuny üç tarapdan, direksion burçlary hasaplamagyň formulasyndan peýdalanmak bilen  $N_1$  ýörelge üçin:

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

$N_2$  ýörelge üçin:

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

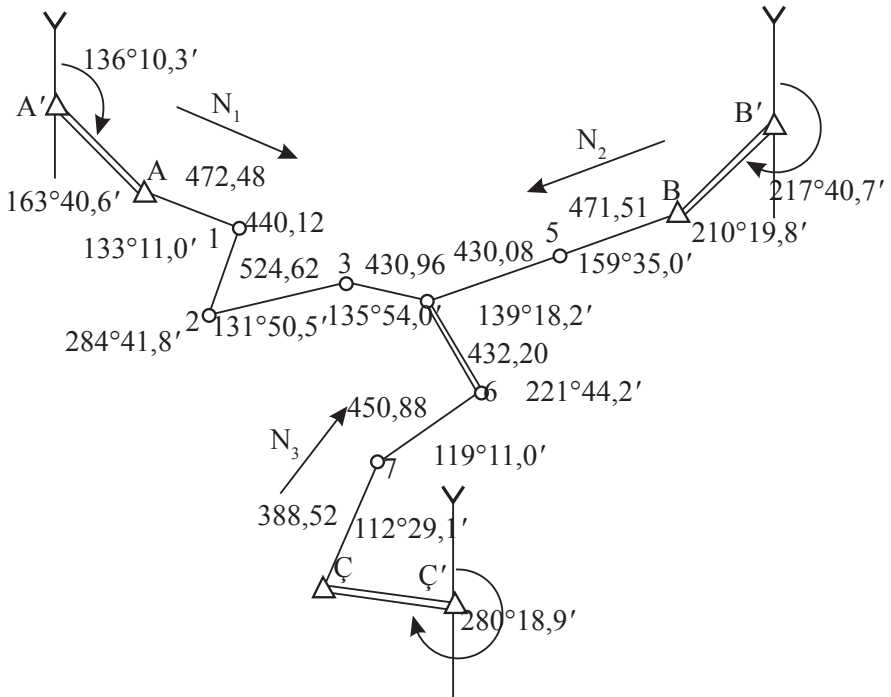
$N_3$  ýörelge üçin:

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

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

Düwünli çyzygyň üç tarapyndan hasaplamak ýoly bilen alnan direksion burçuň bahalary biri-birine deň bolmaýar. Bu bolsa ýörelgede gorizont burçlary ölçemegiň we berlen direksion burçlaryň nädogrulygyndan gelip çykýar. Şonuň üçin üç bahadan, ýalňyşlyklar nazaryýetinde görkezilen agram bahasyndan peýda-

lanmak bilen berlen direksion burçy kesgitlemek bolar. Ölçeğiň agramy hökmünde ýörelgelerdäki burçlaryň sanyna ters bolan:  $p_1=1/5$ ;  $p_2=1/3$  we  $p_3=1/3$  ululyklary alýarys. Kesgitlenilen direksion burçlaryň *agramly orta bahalarynyň* ( $\alpha_{baglan}$ ) tapylyşyny 4.2.1-nji tablisadan görersiňiz.



**4.1-nji surat.** Bir düwünli nokarlary deňagramlaşdyrmagyň shemasy

Baglanyşdyrýan çyzygyň direksion burçy hasaplanylýandan soňra, onuň bahasy boýunça her bir ýörelge boýunça goýberilen burç ýalňyşlygynyň ululygyny hasaplaýarys. 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 çäkden geçmeýän bolsa, onda olary her bir ýörelgede burçlary deňagramlaşdyrmak düzgüni boýunça paýlaşdyrýarys.



**Direksion burçuň 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	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

$$\alpha_{baglan} = 186^\circ 52.4 + \frac{1.16}{0.86} = 186^\circ 53.7'.$$

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

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

$$X_{i\ baglan} = X_{i\ berlen} + \Sigma \Delta x_i; Y_{i\ baglan} = Y_{i\ berlen} + \Sigma \Delta y_i.$$

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

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

Düwünli nokadyň we berlen punktlaryň koordinatalarynyň arasyndaky koordinatalar artmasyny deňagramlaşdyrmak edil ýeke-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:

$$H_{i \text{ baglan}} = H_{i \text{ berlen}} + \Sigma h_i.$$

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

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

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

### 4.2.3. Analitiki torlar

Çylşyrymly relýefli we ölçemesi kyn bolan ýerlerde teodolit ýörelgesiniň ýagdaýyny analitiki torlary geçirmek bilen kesgitlemek bolar. Analitiki torlar, adaty, ýanaşyk üçburçluklar görnüşinde bolýar. Olar ýokary derejeli torlaryň iki tarapyň ýa-da mahsus ölçenilen bazisleriň arasyndan geçirilýär. Toruň taraplarynyň uzynlygy *150 metrden gysga*, üçburçluklaryň 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 ýörelgesi geçirilýän wagtynda nähili işler, haýsy tertipde geçirilse, analitiki torlary geçirmekde teodolit ýörelgesiniň taraplary bazisli çyzyklaryň uzynlyklary bilen bilelikde ölçenilýär.

Analitiki torlaryň taslamasyny düzmekde we rekognossirowka geçirilýän wagtynda işlere teodolit ýörelgesini geçirmekdäki ýaly talaplar goýulýar. Şonuň bilen birlikde, üçburçluklaryň depelerinden biri-biriniň görünmegi hem talap edilýär. Şonuň üçin analitiki toruň punkty hökmünde nokatda goýlan çelgininiň düýbi (aşagy) görünýän açyk we beýik ýerler alynýar. Analitiki toruň punktlary geçirilende ýerde teodolit ýörelgesiniň nokatlarynda alnyp barylýan işlere meňzeş prosesler geçirilýär.

Analitiki toruň gorizonta burçlary  $30''-1'$  takyklykda tehnik teodolitler bilen doly usulda (priýomda) ölçenilýär. Üçburçluklaryň içki burçlary hem ölçenilýär we şol wagtda duran ýeriňde olaryň dogry ölçenilenligi barlanylýp görülýär. Bu ýagdaýda burç ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen barlanylýar:

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

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

Analitiki tor geçirilen wagtynda bazisiň uzynlygynyň 1:5000 takyklykda ölçenilmegi zerurdyr. Bu işi amala aşyrmakda komponirlenen polat lentasy, eger-de 1:10000 takyklyk gerek bolsa, onda topografiki ýagtylyk uzaklykölçejjisi, aralyk ölçejji ýa-da polat simler ulanylýar.

Ýerde ölçegiň netijeleri barlanylýp göründen soňra, analitiki toruň punktlarynyň koordinatalaryny hasaplamagyň shematiki çyzgysy düzülýär. Çyzgyda daýanç punktlarynyň gönüburçly koordinatalary, oriýentirleniş burçlary (direksion burç) hem-de ýerdäki ölçegiň netijeleri görkezilýär.

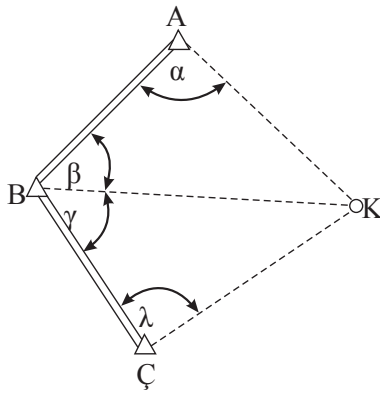
I we II derejeli analitik torlar triangulýasiýa usulynda açyk we ýapyk ýerlerde triangulýasiýa we poligonometriýa punktlarynyň aralygyndan geçirilýär. Olar aýry we hatar üçburçluklar ýaly birnäçe üçburçluklardan ybarat bolýar. Köplenç ýagdaýda iki bazisiň aralygyndan geçirilen hatar üçburçluklar ulanylýar. Hatar üçburçluklar ýokary derejeli daýanç torlaryna geçirilýän wagtynda takyk ölçenilen bazisden başlanylýp ýene-de bazise baglanylýar. Iki bazisiň arasyndaky analitik torlarda üçburçluklaryň sanynyň 10-dan köp bolmazlygy zerurdyr.

Üçburçluklaryň depeleri guraly ornaşdyrmak üçin amatly we biri-birinden görünýän nokatlaryň alynmagy hökmany şertdir.

#### 4.2.4. Geodeziki kesişdirmek usullary

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

**Göni kesişdirmek usuly.** Bu usul koordinatalary öňünden belli bolan 2-3 sany punktadan guralyň duran nokadyny kesgitlemäge esaslanýar. Meselem, koordinatasynyň kesgitenilmegi gerek bolan punktadan (4.2-nji surat) koordinatalary belli bolan  $A, B, Ç$  punktlary görünýär diýeliň.  $K$  nokadyň koordinatalaryny kesgitlemek üçin  $A, B, Ç$  punktlara yzygiderlikde teodolit ornaşdyryp  $\alpha, \beta, \gamma$  we  $\lambda$  burçlar ölçenilýär. Soňra  $AB$  we  $BÇ$  çyzyklaryň uzynlyklary Pifagoryň ýa-da sinuslar teoremasynyň we beýleki usullaryň kömegi bilen tapylýar. Soňra ölçeglere we hasaplamalara esaslanlyp,  $K$  punktuň gönüburçly koordinatalary kesgitenilýär. Bu işi amala aşyrmak maksady bilen aşakdaky işler geçirilýär:



4.2-nji surat.

Geodeziki kesişdirmek usuly

1. Ölçeğiň netijelerinden we  $AB, BÇ$  taraplaryň belli uzynlyklaryndan peýdalanylyp,  $AK, BK$  we  $ÇK$  taraplaryň sinuslar teoremasynyň formulasynyň kömegi bilen hasaplanylýp çykarylýar.

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

3.  $AK$ ,  $BK$  we  $CK$  taraplardan hasaplanylýp çykarylan uzynlyklardan we direksion burçlaryň bahasyndan peýdalanylýp, koordinatalar artmasy tapylýar.

Hasaplanylýp çykarylan gönüburçly koordinatalar artmalaryny  $A$ ,  $B$  we  $C$  punktlaryň belli bolan gönüburçly koordinatalaryna goşup,  $K$  nokadyň koordinatalary üç sany ugur boýunça hasaplanylýp çykarylýar.

Üç ugur boýunça kesgitlenilen gönüburçly koordinatalaryň orta arifmetiki bahasy tapylýp, ondan her bir tarap boýunça kesgitlenilen gönüburçly koordinata aýrylýar we ölçegde goýberilen ýalňyşlyk tapylýar. Ýalňyşlygyň ululygynyň 1:1000 sandan uly bolmazlygy  $K$  punktuň gönüburçly koordinatalarynyň dogry hasaplanandygyny görkezýär.

**Geodeziki kesişdirmek usuly. Prof. A.N. Durnýewiň** teklipe eden bu usuly uzaboýuna, uzalyp giden çylşyrymly relýefli ýeriň planyny almakda peýdalanylýar (*4.3-nji surat*). Magistral ýörelgäniň punktlarynyň 1, 2, 3 we goşmaça punktlaryň ( $M_1, M_2, M_3$ ) koordinatalaryny 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, gorizont burçlar ( $A_1', A_2', A_3', A_4'$ ) we ş.m. ölçenilýär. Meselem, derýanyň kenaryny boýlap  $C$  we  $D$  punktlarynyň aralygyndan magistral ýörelge geçirilen, şu derýanyň iki tarapyň planyny almak üçin tory emele getirmek gerek diýeliň. Şu maksatda:

1) Derýanyň kenaryny boýlap *1-nji, 2-nji, 3-nji* punktlaryň birnäçesinden görünýän edilip, derýanyň çep kenarynda  $M_1, M_2$  we  $M_3$  punktlary we sag kenarynda  $N_1, N_2$  we  $N_3$  punktlary belgilenilýär.

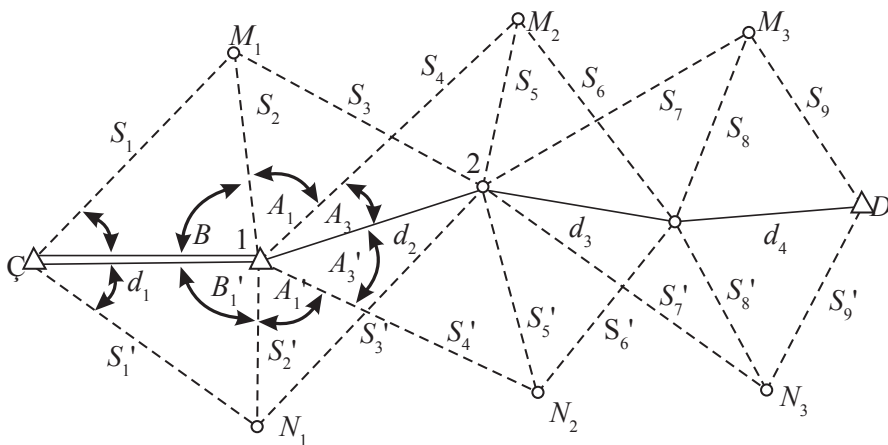
2)  $C$ -1 çyzygyň uzynlygy  $d_1$  ölçenilýär, teodolit zygiderlik bilen *1-nji, 2-nji, 3-nji* we  $D$  punktlarda ornaşdyrylyp  $A_1$  hem-de  $A_1', B_1$  hem-de  $B_1'$  ýaly burçlar ölçenilýär.

3) Tory geçirmegiň netijesinde emele gelen üçburçluklaryň bahasy hasaplanylýar. Meselem,  $CM_1I$  üçburçlugyň bir sany  $d_1$  tarapyňy we iki burçuny  $A_1$  we  $B_1$  bilen bellemek, şu bahalardan peýdalanylýp 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 peýdalanylýp,  $S_1'$  we  $S_2'$  taraplaryň uzynlygy kesgitlenilýär.  $IM_12$  üçburçlugyň  $S_2$  tarapy we iki burçy  $A_2$  we  $B_2$  belli bolanda, şu bahalardan peýdalanylýp,  $d_2$  we  $S_3$  taraplaryň uzynlyklary kesgitlenil-

ýär.  $IN_12$  üçburçlugyň bahasyndan hem şular ýaly elementler hasaplanylýp çykarylýar.

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

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



**4.3-nji surat.** A.N. Durnýewiň geodeziki kesişdirmek usuly

Magistral ýörelgäniň taraplarynyň uzynlygynyň iki gezek hasaplanylýp görülmegi hökmandyr. Beýleki üçburçluklaryň taraplarynyň uzynlyklary hem şular ýaly tertipde kesgitlenilýär:

1. Magistral ýörelgäniň punktlarynyň gönüburçly koordinatalary açyk ýörelgäniň punktlarynyň kesgitlenilişi ýaly hasaplanylýar.

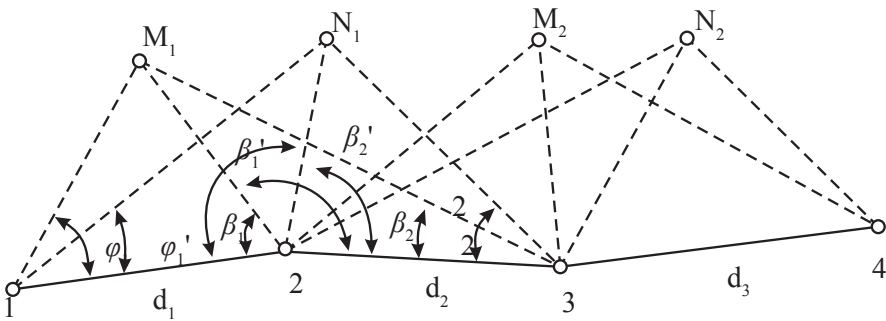
2. Magistral ýörelgäniň punktlarynyň koordinatalaryny kesgitlemek üçin goşmaça punktlaryň ( $M$  we  $N$ ) koordinatalary hasaplanylýar.  $1-nji$  we  $2-nji$  punktlaryň koordinatalary hem-de  $A$  we  $B$  burçlaryň bahalary belli bolanda, şu bahalardan peýdalanylýp,  $M$  punktuň koordinatasy aşadaky formulalaryň kömegi bilen tapylýar:

$$x_M = \frac{x_1 \cdot \operatorname{ctg} B + x_2 \cdot \operatorname{ctg} A - Y_1 + Y_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B};$$

$$y_M = \frac{y_1 \cdot \operatorname{ctg} B + y_2 \cdot \operatorname{ctg} A + X_1 - X_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B}.$$

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

**Paralaktiki burçlary geodeziki kesişdirmek.** Bu usul binalaryň (desgalaryň) ýerleşen meýdan çäginde (territoriýasynda), geodeziki daýanç torlaryny döretmek maksady bilen ulanylýar. Şu ýagdaýda magistral ýörelge köçäniň bir tarapynda, beýleki tarapynda bolsa goşmaça punktlar ( $M$  we  $N$ ) belgilenilýär. Goşmaça punktlaryň her birine ştatiwe ornaşdyrylan iki sany wizir belgileri goýulýar. Bu belgileriň biri koordinatany kesgitlenilmeli punktda merkezleşdirýär, ikinjisi bolsa onuň ýanynda goýulýar we ikinji nokadyň ýerdäki ýagdaýy belgilenilýär, çünki ondan goşmaça punktuň koordinatasyny kesgitlemek hem-de ony barlamak üçin ölçegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen peýdalanylýar (4.4-nji surat).



4.4-nji surat. Paralaktiki burçlary ölçemegiň shemasy

Paralaktiki  $\varphi$  burçlar ýokary takyklykly teodolitleriň kömegi bilen ( $0,7''-1,5''$ ) ölçenilýär. Gorizantal burçlary bolsa  $I$  we  $II$  razrýadly 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 koordinatasyna esaslanyp, sinuslar teoremasynyň kömegi bilen hasaplap çykarmak bolar. Ony aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$d_2 = d_1 \cdot \frac{\sin \varphi_1 \cdot \sin(\varphi_2 + \beta_2)}{\sin(\varphi_1 + \beta) \cdot \sin \varphi_2}; \quad d'_2 = d_1 \cdot \frac{\sin'_1 \cdot \sin(\varphi'_2 + \beta'_2)}{\sin(\varphi'_1 + \beta'_1) \cdot \sin \varphi'_2}.$$

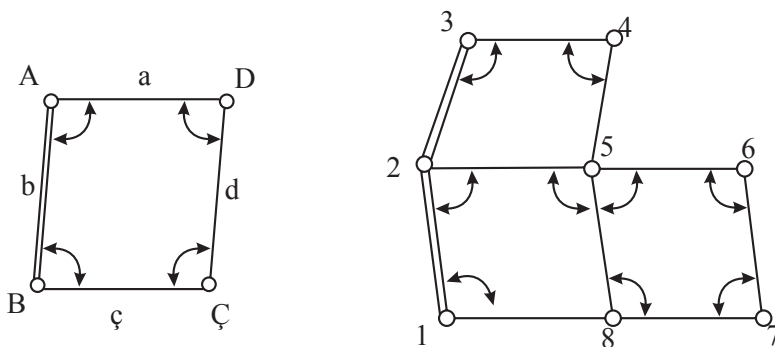
Toruň taraplaryny iki gezek hasaplamagyň netijesindeki tapawut ýol berilýän (goýberilýän) derejede bolsa, olaryň orta arifmetiki bahasy ölçegiň esasy edilip kabul edilýär.

Magistral ýörelgäniň taraplarynyň direksion burçlary başlangyç tarapyň belli bolan direksion burçunyň bahasyna we gorizonta burçlary ölçemegiň netijelerine esaslanlyp hasaplanylýp çykarylýar. Toruň punktlarynyň koordinatalary hasaplanylýp çykarylan direksion burçlaryň bahalaryna, başlangyç punktuň belli koordinatalaryna esaslanlyp göni geodeziki mysaly çözmek ýoly bilen tapylýar.

**Diagonalsyz dörtburçluklar usuly.** Plan almagyň torlaryny diagonalsyz dörtburçluklar usulynda döretmegi görnükli rus alymy **I. W. Zubruskiý** tekliptdi. Şäherlerde, şäherçelerde we obalarda plan almagyň torlaryny geçirmekde şu usuldan peýdalanmak has-da amatlydyr. Diagonalsyz dörtburçluklar usulynyň mazmuny aşakdakylardan ybarat, ýagny dörtburçlugyň iki sany galtaşýan tarapyň uzynlygy  $a$  we  $b$ , şeýle hem üç sany burçuň ululyklary belli bolanda (4.5-nji surat) dörtburçlugyň taraplaryny aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplap çykarmak bolar:

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

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



**4.5-nji surat.** Diagonalsyz dörtburçluklar usulyň shemasy



Şäherleriň çäginde plan almak maksady bilen, diagonalsyz dörtburçluk usulynyň torlaryny döretmek arkaly, şäheriň gatnawly köçelerinde belgilenilýär. Dörtburçlugyň ölçenilýän tarapy gysgadyr. Beýleki taraplary bolsa üstünde ölçemek kyn bolan hem-de seýrek gatnawly köçelerde belgilense hem bolýar. Bu usulda dörtburçlugyň birnäçe burçlary ölçenilýär. Her bir dörtburçlugyň goýberilýän burç ýalňyşlygy  $\Delta\beta = \pm 1' \cdot \sqrt{4} = \pm 2'$ -dan uly bolmasa, ters alamaty bilen dört burça deň mukdarda paýlanylýar.

Tapylan burç ýalňyşlygy  $f_{\beta} \leq f_{\beta \text{ goýberilen}}$  deňsizligi kanagatlandyryan bolsa, onda ony ters alamaty bilen ölçenilen burçlara paýlaýarys. Dörtburçlugyň taraplaryny ölçemekde, köplenç, gysga bazisli poligonometriýa usulyndan peýdalanylýar. Ölçeğiň netijelerine esaslanyp, dörtburçlugyň ölçenilmedik taraplary belli formulalary ulanmak bilen zygyderlikde hasaplanylýp çykarylýar. Meselem, birinji dörtburçlugyň 1-2, 1-8 we 2-5 taraplaryny hasaplap tapmak bolar, emma 3-4 we 5-4 taraplaryň uzynlygyny şu hasaplamalara esaslanyp kesgitlemek bolar. Dörtburçlugyň birnäçe taraplary hasaplanylýp tapylan magistral ýörelgä birikdirilýär. Bu ýörelgäniň punktlarynyň koordinatalary teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatalaryna baglylykda hasaplanylýar.

Toruň punktlarynyň gönüburçly koordinatalaryny hasaplap çykarmak usuly dörtburçlugyň haýsy burçunyň koordinatasynyň belli bolýandygyna baglylykda alynýar. Meselem, 1 punktuň 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 (4.5-nji (a) surat). Bu ýagdaýda dörtburçlugyň punktlarynyň koordinatalary ýapyk poligonyň punktlarynyň koordinatalarynyň kesgitlemiliş usulynda tapylýar. Dörtburçluklaryň 1-2, 2-3, 1-8 we 7-8 taraplarynyň, oň geçirilen daýanç torlarynyň taraplaryny döretmek bilen olaryň uzynlyklary, 1, 2, 3, 7 we 8 punktlarynyň koordinatalary oňunden belli bolýar. Bu ýagdaýda dörtburçluklaryň 3-4-5-6-7 taraplary açyk poligony emele getirýär we 3, 4, 5, 6, 7 punktlaryň koordinatalary açyk poligonyň punktlarynyň koordinatalary esasynda hasaplanylýp çykarylýar (4.5-nji (b) surat).

## 4.3. Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemalary

### 4.3.1. Umumy düşünje

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

Hemraly geodeziýa ölçegleri GPS (*Global Positioning System, ABŞ*) we ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия) nawigasion sistemalaryň enjamlaryndan 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 4.3.1-nji tablisadan görmek bolar.

4.3.1-nji tablisa

#### Nawigasion hemraly sistemalaryň hemralarynyň esasy häsiýetnamalary

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

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

**Nawigasiya.** GPS serişdesi radiosignallar arkaly ulanyjylaryň kabul edijisinde durlan nokadyň koordinatalaryny durnukly we takyk kesgitleýär. Kesgitlemegiň takyklygy onlarça metrden bir metre çenli bolýar, gerek bolan ýagdaýlarda ondan hem takyk möçberde kesgitlep bolýar. Bu bolsa hereket edýän serişdeleriň (uçarlaryň, dikuçarlaryň, kosmos raketasynyň, awtomobiliň, gäminiň we ş.m.) nawigasion mysallaryny çözmek üçin ýeterlikdir.

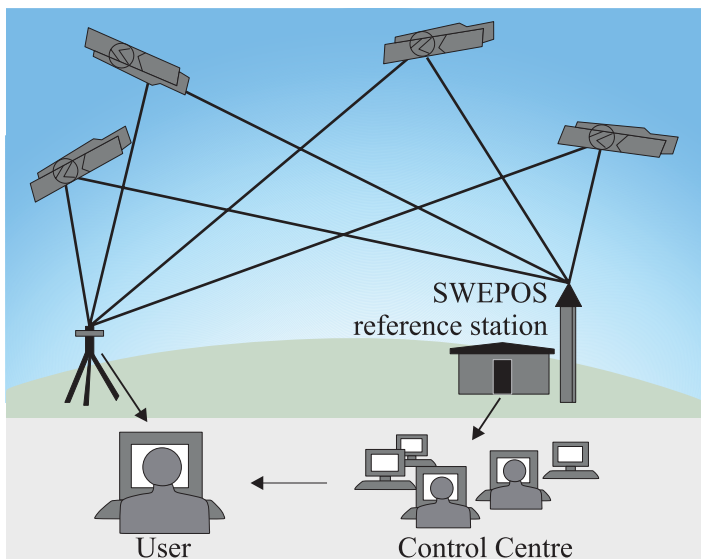
**Ýerdäki ölçegler.** «*Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistema-sy*» diýen täze düşünje XX asyryň 70-nji ýyllarynyň başlarynda döredi. Ol «nawigasiýaly sistema» düşünjesi bilen deňşdireniňde umumyrakdyr. Ýerdäki ölçegler adamyň şu günki döwrebap serişdesi bolmak bilen, geodeziýada, kartografiýada, planimetriýada, geofizikada, has takyk senagat binalaryny we ýollary gurmakda we ş.m. ýer ölçeg meselelerini we mysallaryny aňsatlyk bilen çözmäge mümkinçilik berýär (4.6-njy surat).

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

Eger-de uçurylýan raketalar we Ýeriň emeli hemralary bu sistemanyň mehaniki esasy damarlary bolsa, radiotehniki we hasaplaýyş mikroelektron gurluşlar onuň beýnisi we nerw sistemalary hasaplanylýar. Olar bilelikde sistemanyň nazary we informasion esasy emele getirýärler. Şeýle arabaglanyşyk sistemasy bolmasa, ondaky serişdeler işlemez.

Kabul edijiniň platosy ýokary duýgur trakty özünde saklaýar. Ol kosmosdan alnan signallary çylşyrymly matematiki usulda anyklamak maksady bilen işleýän gurluşdyr. Şu gurluş ýokary dereje-

li kompýuteriň, ýokary tizlikli we uly huşly (ýatly) mikroelektron shemalaryň hem-de içki guruluşlaryň, şeýle-de beýleki çylşyrymly elementleriň esasynda döreýär.



4.6-njy surat. Geodeziki ähmiýetli GPS sistemalary

Şu ajaýyp toplumyň esasyny matematiki algoritmler 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 dolandýrmakda zerur bolan täze gurallaryň döremegine getirdi.

Bu gurallaryň birine **eholot** diýilýär. Gural balykça ýa-da gämide ýüzüjä özüni edil öýündäki ýaly duýmaga mümkinçilik berýär. Guralyň ýaýlymynda suw astynyň sürüsiniň näçe metr çuňdadygyny, balyk sürüsiniň nirede ýerleşýändigini we näçe metr çuňlukda ýatandygyny, ýüzüp barýan gäminiň öňündäki suw astynyň relýefini (gaýalary, kert ýerleri we ş.m. gäminiň ýüzme-gi üçin howply), elementleri görmäge we ondan sowlup geçmäge

mümkinçilik berýär. Şonuň ýaly-da ýüzmegiň iň ýakyn ýoluny görkezýär (4.7-nji surat).



4.7-nji surat. GPS tehnologiýaly eholot

Eholotlary öndürýän esasy kompaniýalar «Garmin», «Humminbird», «Eagle», «Lowrance» we ş.m. bolup durýar. Agzalan kompaniýalar öndürýän önümlerini alyjylarynyň 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. Suwuň aşagyndaky hadysalary *bir, iki, üç ýa-da köpölçegli 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 has ýokary takyklykdaky ölçeg netijelerini aljak bolsak, onda eholoty öndürýän kompaniýany hem-de guralyň ýasalýş takyklygyny hasaba almak zerurdyr.

### 4.3.2. GPS serişdesiniň geodeziýada ulanylyşy

**Tebigy baýlyklar.** Käbir ýagdaýlarda tebigy baýlyklary ýeterlik derejede peýdalanmak üçin has takyk maglumatlar gerek bolýar. Takyk maglumatlary almak üçin ýeňil we arzan düşýän usullary we gurallary ulanmak zerurdyr. 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 tehnikasydyr enjamlaryny, maşynlaryny tygşytly peýdalanmak maksady bilen ulanmak bolar. GPS serişdesiniň kömegi bilen döredilen surata almagyň maglumatlary gazylyp alynýan baýlyklary peýdalanmakda, geologiýa gözleglerini geçirmekte, geofiziki, gidrografiki surata almada, şeýle hem geologiýa-gözleg işlerini geçirmekte wajyp ähmiýete eýe bolýar (4.8-nji surat).



**4.8-nji surat.** GPS sistemasynyň geografiki barlaglarda ulanylyşy

**Geodeziki daýanç torlaryny döretmek.** GPS serişdesiniň kömegi bilen surata almak ýokarda agzalan artykmaçlykdan daşary dürli derejeli takyklykdaky geodeziýa torlaryny döretmekde hem

ajaýyp serişde hasaplanylýar. Bu gural özüniň ýokary önjeýliligi we takyklygy bilen tapawutlanyp, dürli derejedäki daýanç torlaryny köpeltmek işlerini geçirmekde işleri çalt we ýokary hilli alyp bar-mak mümkinçiligini döredýär. Bu işleri geçirmek ykdysady taýdan amatlydyr.

**Kadastr surata almak.** GPS serişdesiniň dürli görnüşli araçäk-leri dikeltmekdäki ýerine ýetirýän işleri bimöçber derejede uludyr. Öňler teodolit bilen her günde der döküp, ýerine ýetirilmesi kyn agyr zähmetler çekilýärdi, emma GPS serişdesi bu prosesi örän ýokary tizlikde, gysga wagtda we gowy hilli amal edýär.

GPS serişdesi bilen surata almagyň *statiki we kinematiki* usullary bar. Olaryň kömegi bilen hususy eýeçiligiň araçäklerini dikeltmek, şeýle hem olary daýanç torlaryna birikdirmek, her bir ýer böleginiň (uçastoklaryň) burçuny kesgitlemek we topografiki hem-de surata almagyň beýleki görnüşlerini geçirmek wajyp bahalary alýar.

**Fotogrammetriýa.** Häzirki wagtda kinematiki surata almagyň yzygiderli geçirilmegi süýşýän (hereket edýän) obýektleriň traýektoriyasyna gözegçilik etmäge mümkinçilik döretdi. Fotogrammetriýa ylmyň pudagynda GPS serişdesiniň süýşýän kabul edijisi 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 koordinatalary eksponirlenilýän wagtynda belli bolsa, onda fotogrammetriki surata almagy ýerde, ýagdaýy belgilenmedik nokatlary almazdan hem geçirip bileris. Häzirki wagtda GPS serişdesiniň maglumatlaryny döwrebap işlemek ýerdäki bellikleri ulanmazdan fotogrammetriki kartalaşdyrmagy ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär.

**Geoinformasion sistema we tebigy baýlyklary ulanmak.** Ýeriň bahasynyň gymmatlamagy we tebigy baýlyklara bolan islegiň artmagy bilen GPS serişdelerini dolandyryan öz işine ökte hünärmenlere has hem ynam bildirilip başlanyldy. GIS we tebigy baýlyklary ulanmak ulgamlaryny ýazgyda saklamak we onuň, öz gezeginde, uly göwrümdäki geografiki informasiýaly

agtaryş mehanizmlerini emele getirmegi ulanyjylar üçin ajaýyp şertleri döredýär (4.9-njy surat), emma ýerdäki alnan informasiýalary köp möçberdäki özara baglanyşykly ýeke-täk bir bitewi koordinatalar sistemasyna birleşdirmeseň, olary ulanmakda belli bir kynçylyklar ýüze çykýar. Ony bolsa obýektleriň käbirleriniň bölekleriniň (uçastoklarynyň) biri-biri bilen utgaşmaýandygy bilen düşündirmek mümkin.



**4.9-njy surat.** GPS gurallarynyň nawigation hereketleri amala asyrmakda ulanylyşy

Ähli obýektler ýeriň üstünde hakyky ýagdaýyna degişli bolsa, onda olar **geografiki obýektler** adyny alýar. Maglumatlar berlen-de, ilki bilen, obýektiň umumy geografiki esasyňy geçirmek gerek. Ol bolsa, öz gezeginde, ýerleşen ýeriň üsti baradaky informasiýa esaslanýar, şeýle-de olar dürli görnüşli informasiýalar (ýer üstüniň ulanylyşy, tebigy baýlyklar, syýasy araçäkler, aragatnaşyk serişdeleri we ş.m.) bilen baglanyşdyrylýar. GPS serişdesi şular ýaly esaslary döretmekde takyklygy, arzanlygy we täsirliligi bilen surata almagyň beýleki usullaryndan tapawutlanýar.



### 4.3.3. Hemraly WM-101, WM-102 GPS geodeziki serişdeleri

Ýeriň emeli hemrasy ulgamly geodeziki serişdäniň perspektiwaly tekizlikde oriýentirlenmeginiň netijesinde *WM101* ýa-da *WM-102* kabul ediji gurluşlaryň we *PoP* görnüşli geodeziki ölçegleri hasaplamaga niýetlenilen kompýuter programalarynyň esasynda döredildi. Bu serişde «*WM Satellite Surveying*» kompaniýasynyň we «*Layka Heýer-burg AG*» we «*ABŞ Magnowoks*» şereketleriniň bilelikdäki önümidir. Serişde häzirki zamanyň oriýentirlenmek bilen baglanyşykly bolan sebitara meselelerini maksimal amatlylyk bilen çözmekde artykmaçlygy döredýär (4.10-njy surat).



4.10-njy surat.

Bu serişde ýeriň daşyndan ýörite geodeziki maksatly aýlanýan 28-e ýakyn emeli hemradan goýberilen signallary ýeriň üstünde duran guralyň kabul etmegi esasynda özünde bar bolan magnitli görterijilerine ýazýar we alnan maglumaty kompýuterlere geçirmäge mümkinçilik döredýär. Amatly şertlerde Türkmenistanyň çägendäki (territoriýasyndaky) islendik nokatdan emeli hemralaryň ýedisinden, iň bolmanda, alty sanysyndan gelýän signallary kabul edip, hasaplamaný geçirmegiň netijesinde nokadyň koordinatalaryny 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 aşyrýarlar. Üç ýa-da ondan-da köp Ýeriň emeli hemrasyndan alnan maglumatlar boýunça ýerdäki duran nokatlaryň geografiki gönüburçly koordinatalary  $10\text{ mm} - 2 \cdot 10^{-6}$  (WM101) we  $5\text{ mm} - 1 \cdot 10^{-6}$  (WM102) otnositel takyklykda, stansiýalar biri-birine görünmese, onda islendik

howa şertlerinde maglumatlary hem gije, hem gündiz almaga mümkinçilik berýär.

Toplumly *WM-101* kabul ediji gurluşyň 16,8 kg agramy bolup, ol nokatdan-nokada geçirmek üçin oňaýlydyr. Gural dört kanally kabul ediji bolup, *C/A* koddada işleýär we 1 ýygylkly yrgyldylara laýyklaşdyrylandyr. Şonuň ýaly-da ulanyjylaryň isleglerine laýyklykda, işçi diapazony 2 ýygylkly yrgyldylara hem kadalaşdyryp bolýar. *WM-102* kabul edijisi gurluşy boýunça *WM-101* kabul edijisiniň kämilleşdirilen görnüşi hasaplanylýar. Onuň standart mysallary 1 we 2 ýygylkly yrgyldylara uýgunlaşdyrylandyr. Berlen programma üpjünçilikli *IBM PC XT* ýa-da bilelikdäki kompýuterlerde işlenilýär.

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

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

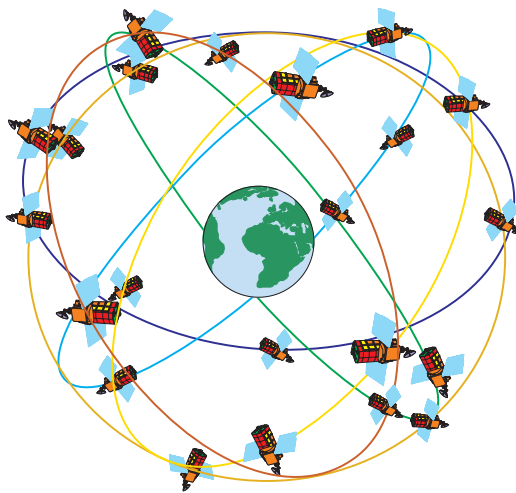
GPS gurallarynyň segmentleri we elementleri häzirki zamanyň «*ýokary tehnologiýasyna*» esaslanan şekilinde ýasalandyr. Şonuň ýaly-da onuň esasynda goýlan pikirler örän sadadyr. Geliň, indi şol pikirleriň iň wajyplarynyň başisine seredip geçeliň.

**Birinji pikir.** *Ýeriň emeli hemrasyna çenli aralyk boýunça Ýeriň üstünde duran ýeriňi kesgitlemek.* GPS serişdesiniň kömegi bilen duran nokadyň koordinatalaryny kesgitlemek hemralara çenli aralygy kesgitlemäge esaslanýar. Bu bolsa duran nokadymyzyň koordinatalary boýunça kosmosdaky Ýeriň emeli hemralarynyň toparyna çenli aralyklary ölçemäge esaslanýandygyny görkezýär. Hemralar takyk koordinirlenen hasaplamalaryň başlangyjynyň funksiýasyny ýerine ýetirýärler.

Mysal hökmünde *A* Ýeriň emeli hemrasy 11000 kilometrde ýerleşýär diýeliň. Onda biziň çaklanylýan gurşawymyzyň (töweregimiziň)

radiusy *11 000* 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 *12 000* kilometr diýsek, onda bu ýene-de biziň ýerleşen ýerimiziň giňişligini köpräk gysgaldar. Şonuň bilen birlikde biziň ýerleşen sebitimiz (nokadymyz) *A* hemradan *11 000* kilometr we *B* hemradan *12 000* kilometr aralyklar diýlip hasaplanylýar. Ol bolsa iki sany sferanyň kesişen çägidir, ýagny sebitidir (*4.11-nji surat*).



**4.11-nji surat.** GPS hemralarynyň Ýeriň daşyndan aýlanyşy

Eger-de biz aralygy ölçemegi maksat edinip, üçünji *Ç* hemra çenli aralygy ölçesek, onda duran ýerimizi kesgitlemegi azyndan iki sany nokatdan taparys. Bu iki nokat *13 000* kilometr radiusly sferadaky töwerek bilen kesişýär. Sferanyň kesişmegi bilen *11 000* kilometr we *12 000* kilometr radiusly töwerekler alynýar.

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

Şonuň bilen birlikde biz özümiziň duran ýerimiziň beýikligini takyk bilýäris. Meselem, deňizde ýüzüp ýören deňizçileriň ýagdaýy

deňiz derejesindedir. Deňziň 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 koordinatalary 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 gabat geldik. «*Hemralara çenli aralygy kesgitlemek hereketiň tizligini onuň wagtyna köpeltmek hasylydyr*» diýen kesgitlemä esaslanýar. GPS serişdesi hemradan gelýän radiosignallaryň näçe wagtda bize ýetýändigini ölçemäge ukyplydyr. Soňra şu ölçenilen wagt boýunça aralyk kesgitlenilýär.

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

Bu ýagdaýda wagty ölçemekde ulanylýan sagadymyz has takyk bolmalydyr, ýagny ýagtylygyň atmosferada örän çalt hereket edendäki wagtyny ölçemäge ukyply bolmalydyr. Eger-de hemra edil depämizde ýerleşen bolsa, ondan goýberilen radiosignal  $0,06$  sekuntda bize gelip ýeter.

GPS serişdesinde wagty ölçemek has kämilleşdirilen usulda geçirilýär. Ol ýyglygyň atom standartyna esaslanýar. Bu bolsa hemranyň bortundaky sagadyň nanosekunt takyklyk bilen ölçenmegini esaslandyrýar we ol bahasy boýunça  $0,000000001$  sekunda deňdir.

Radiosignalyň geçen wagtyňy ölçemek esasy kynçylyk bolup durýar. Bu bolsa hemradan signallaryň goýberilen 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 koduň generirlenmegini üpjün edýär.

Bize bolsa diňe hemradan goýberilen radiosignalyň koduny kabul etmek we kabul edijimiziň haçan generirländigini ýüze çykarmak galýar. Şeýlelikde, bir hemradan goýberilen koduň hereketini, kabul edijide signalyň anyk geçen wagtyňy görýäris. Kodly signallary goýbermegiň artykmaçlygy hereketiň ölçenilmegini howanyň islen-dik wagt şertlerinde ulanyp bilmegidir.

Ýeriň emeli hemralary we kabul edijiler örän çylşyrymly sanly zygiderlikleri generilýärler. Kodlar ýörite maksat bilen çylşyrymlaşdyrylýar, olar sadalaşdyrylyp birmeňzeş deňşdirilýär we beýleki sebäplere görä ulanylýarlar. Umuman alnanda, kodlar örän çylşyrymly bolmak bilen, tötänleýin uzyn impulslaryň hatary görnüşinde seredilýär. Hakykatda bolsa, olar örän anyk saýlanylyp alnan «*pseudotötänleýin zygiderlikleri*» alýarlar we her bir milli-sekuntadan gaýtalanýarlar. Şeýlelikde:

- Hemra çenli aralyk goýberilen radiosignalyň kabul edijä çenli geçen wagt aralygyny ölçemäge esaslanýar.

- Hemra we kabul ediji şol bir wagtyň özünde şol bir pseudotötänleýin radiosignallary generirmäge ukyplydyr. Ol umumy wagt birliginde geçirilýär (hemralaryň ýeriň üstünden uçuş beýikligi, takmynan, 20200 kilometrdir. Olar ekwatoryň tekizligine alty orbita boýunça 55° ýapgytlykda hersinde 4 sany emeli hemradan hereket edýärler we aralary 60° uzaklyk boýunça süşürilendir; hereket edişleri boýunça ýeriň üstüne endigan paýlanandyr).

- Hemradan goýberilen radiosignalyň näçe wagt gijä galandygy, bordaky sagatlaryň we kabul edijiniň pseudotötänleýin kodlaryna baglylykda aralyk hasaplanylyp çykarylýar.

**Üçünji pikir.** *Bu has kämilleşdirilen wagt baglanyşdyrylmasy.* Eger-de hemra we kabul ediji sinhronlaşdyrylan ýagdaýdan 0,01 sekunt gysarsa, onda ölçegde goýberilen 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 pul birliginde, 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 etmektir. Emeli hemralaryň her biriniň agramy, takmynan, 900 kg, uzynlygy 7,84 metr we radiusy 1,35 metre barabar bolýar.

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

GPS serişdesi üç ölçegli sistemadyr. Onuň esasynda nokadyň tekizlikdäki ýagdaýynyň alnysyna 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 ýagdaýynda hasaplalyň, şeýlede ol takyk wagtdan bir sekunt yza galýar diýeliň. Geliň, indi şu wagtda signallaryň duran ýerimizi kesgitlemäge edýän täsirine seredeliň.

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

Eger-de biz bir sekunt yza galýan sagatly kabul edijini ulansak, onda ol **A** hemra çenli aralykdan baş sekuntlyk, **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 üçünji hemranyň ulanylmagyny aňladýar.

Biz has kämil sagady ulanýarys diýip pikir etsek, onda **Ç** hemra gözegçiniň ýerleşýän hakyky nokadynyň sekiz sekuntlyk aralykda, netijede bolsa üç tekizlik bir nokatda kesişýär, ýagny olar üç hemranyň nokatdan hakyky uzaklygyny görkezýär.

Eger-de ähli üç ölçege yza galan bir sekuntlaryny goşsak, onda täze alnan töwerekler hakyky aralyklarda, ýagny «pseudoaralyklar-

da» tapylar we bir nokatda kesişmezler. Netijede, käbir üçburçluk alnyp, biziň agtarýan nokadymyz şol üçburçlugyň içinde haýsy-da bolsa bir ýerinde ýerleşer.

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

Kabul edijiniň kompýuteri psewdo aralyklary ölçemekde alnan ýalňyş signallary işlände, käbir wagt aralygyny (şol bir bahany ähli ölçeglerde) aýyrmakdan (ýa-da goşmakdan) başlaýar. Kompýuter ähli ölçegleriň wagtynyň töwerekleriň bir nokadynda «kesişmegini» gazanýança wagta düzedişleri girizmegini dowam etdirýär.

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

*GPS* serişdeleriniň dört ölçeg bilen teswirlemeleriniň ulanylmagy onuň takyklygyna has aýdyň derejede täsir edýär. Eger-de wagtyň hakyky masştabynda duran ýeriňi zzygiderli kesgitlemek gerek bolsa, iň bolmanda, dört sany kanally ölçegleri almaga ukyply bolan kabul edijileri ulanmak zerurdyr. Ol bolsa dört hemranyň mydamalyk signallary kabul etmeginde 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 hasaplamlary geçirmek bilen aradan aýyrmak mümkin.

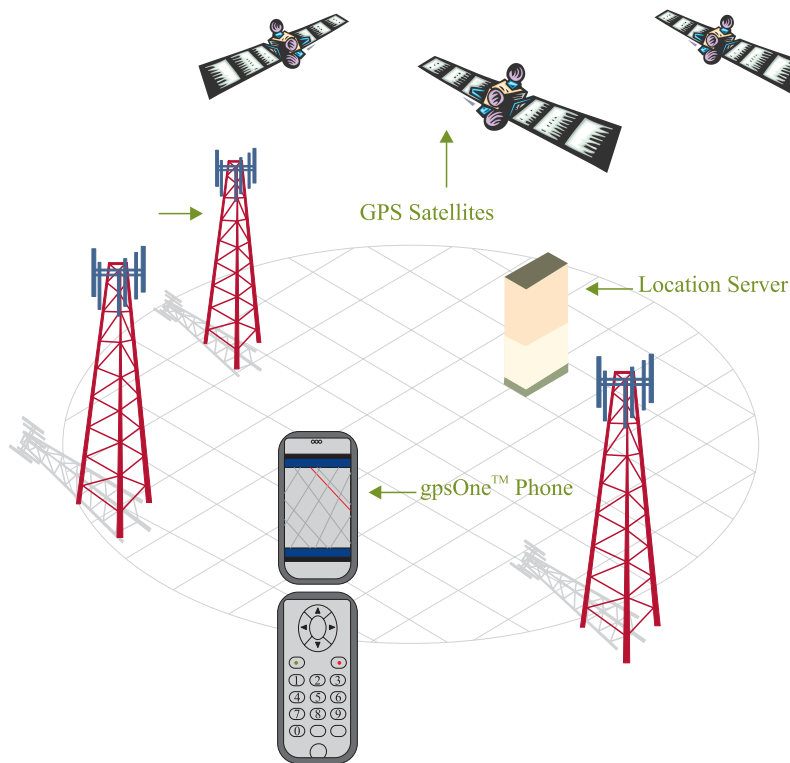
- Bu mümkinçiligi gazanmak üçin dördünji hemra çenli aralygy ölçemek hökmandyr.

- Dördünji ölçegi 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 bize aýdyň. Şoňa salgylanylýp, duran nokadymyzy hemralaryň koordinatalary 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 tapýşlarynyň biridir. Şu beýiklikdäki ähli serişdeler bitewülikde Ýeriň atmosferasyndan daşarda ýerleşýärler. Hemranyň Ýeriň orbitasyndaky uçuşy sada matematiki kanun bilen esaslandyrylýar. Aýyň hereketine meňzeşlikde, hereket edýän hemralaryň aýlanmasy has-da ynamlydyr. Aýyň Ýeriň daşyndan aýlanma hereketi millionlarça ýyllaryň dowamynda üýtgeşmelere sezewar bolmazdan geçýär. GPS-iň hemralary hem Ýeriň orbitasy boýunça edil şular ýaly hereketleri başdan geçirýärler (4.12-nji surat).



**4.12-nji surat.** GPS hemralarynyň aragatnaşygy amala aşyrmakda ulanylyşy



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 minudyň) 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 kesgitlenilenden soňra olar şu maglumatlary yzyna hemralara geçirýärler we hemranyň kompýuterinde öňki bar bolan maglumatlar bilen çalyşýarlar. Soňra uly bolmadyk düzedişleri girizmek bilen, hemradan aralygy ölçýji kodly signallary hemradan zygiderli Ýeriň üstüne goýberýärler.

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

- Öz koordinatalaryny kesgitlemek üçin bize hemra çenli aralyk, şonuň ýaly-da kosmos giňişliginde her bir hemranyň ýerleşen ýagdaýy gerekdir.

- *GPS-iň* hemralary örän ýokardan uçýarlar. Şonuň ýaly-da olaryň orbitasy durnuklydyr we olaryň ýerleşen ýerini ýokary takyklyk bilen çaklamak mümkindir.

- Deňeşdiriji stansiýa her bir hemranyň orbitadan sähelçe gyşarmasyny ölçýär we olar baradaky maglumatlary hemradan Ýeriň üstüne goýberýär.

**Bäşinji pikir.** *Signallaryň ionosferada we atmosferada saklanmagy.* Ulgam näçe kämil hem bolsa, ýalňyşlyklaryň iki hili görnüşi onuň takyklygyna täsir edýär. Şu ýalňyşlyklardan has täsirli rägi radiosignallaryň, Ýeriň ionosfera gatlagyndan zarýadlanan (gurpla-

nan) bölejikleriň bolan ýerinde, ýagny 120-200 kilometre çenli beýiklikde döreýär.

Şu bölejikler ýagtylygyň ýaýramak tizliginiň üýtgemegine, şonuň ýaly-da *GPS*-iň radiosignallarynyň tizligine hem täsir edýärler. Bu bolsa ýerde duran kabul edijiniň kömegi bilen nokadyň koordinatalaryny kesgitlemekde uly ýalňyşlygyň döremegine täsir edýär. Ol, öz gezeginde, «radiotolkunlaryň ýaýraýyş tizligi hemişelik» diýen pikirimizi aradan aýyrýar.

Ýalňyşlygyň aralygy kesgitlemekdäki täsirini azaltmagyň iki hili usuly bardyr.

**Birinji usulda**, ortaça ionosferaly adaty arassa asmanly günlerde radiotolkunlaryň tizliginiň üýtgeýşiniň nähili boljakdygyny aýdyp biliris. Soňra ähli ölçeglere düzedişleri girizýäris, emma, gynansak-da, ähli günler biri-birine meňzeş bolmaýar.

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

Şeýlelikde, iki sany dürli ýygylýkdaky *GPS* serişdesiniň signallarynyň geçen wagtlaryny deňşdirmek bilen, olaryň nähili sähinýändigini kesgitlep bolar. Düzetmegiň bu usuly çylşyrymly bolmak bilen, ol diňe iki ýygylýkly has kämilleşdirilen *GPS* serişdeleriniň «iki ýygylýkly» kabul edijisi üçin ulanylýar.

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

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

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

Ýoýulmalarıň ýene-de bir görnüşi – bu «*köpşöhlelik*» ýalňyşlygydyr. Munuň özi haçan-da GPS-iň hemralaryndan goýberilen radiosignallaryň daşky gurşawdaky predmetlerden we üstlerden serpikmegi netijesinde kabul edijä gelip düşmegidir.

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

**Geometriýada käbir burçlaryň beýleki burçlardan tapawudy.** 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 (biri-birleri bilen baglanyşykly) ýerleşmegi geometriki gatnaşygy döredýär. Onuň bolsa, öz gezeginde, bu häsiýetlere baglylykda hemralaryň arasyndaky aralyklaryň kesgitlenýän ýerimize çenli uzynlygynyň birnäçe gezek ulalmagyna ýa-da kiçelmegine getirmegi mümkindir.

Biz duran nokadymyzy sferanyň üstünde diýip pikir edýäris. Ol hem merkezi hemralar bilen gabat getirilendir. Geliň, indi bolsa biz her bir ölçegiň özünde kiçijik nätakyklyklary saklaýandygyna esaslanyp, *hereket anyk töwerek boýunça geçýär diýip hasap edeliň.*

Kesgitlenmedik sebitleriň bolmagy duran nokadymyza «*takyk kesgitlenilen 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 ugurlaryň arasyndaky burçlara baglydyr. Ýerleşen ýeriň sebitlerinde aýdyň uly bolmadyk kwadratyň ýa-da güýçli süýndürilen we nädogry dörtburçlugyň bolmagy mümkindir. Gysgaça aýdylanda, hemra tarap ugruň arasyndaky burç näçe uly bolsa, şonça-da duran ýeriňi has anyk takyklap bolýar.

Şu aýdylanlardan ugur almak bilen, ýerdäki kabul edijini hasaplamak meselelerini çözmek üçin kompýuter bilen üpjün edilmeli. Olar

gözegçilik üçin alynýan ähli GPS hemralarynyň ýagdaýyny otnositel-likde seljerýär we içinden iň amatly ýerleşen dört sanysyny saýlap alýar.

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

- Ýeriň ionosfera we atmosfera gatlalary *GPS* signallarynyň säwligi netijesinde, öz gezeginde, duran ýeriňi kesgitlemekde ýalňyşlygy döredýär.

- Şu ýalňyşlyklaryň käbirleri matematiki modelirmek ýoly bilen aradan aýrylyp bilner.

- Ýalňyşlyklaryň beýleki görnüşleri - hemralaryň sagady, kabul edijiler, köpşöhlelilik bolup durýar.

- Hemralaryň kosmos giňişliginde iň oňaly (amatly) ýerleşmekleri duran ýeriňi kesgitlemekdäki ýalňyşlyklaryň jeminiň azalmagyna getirer.

#### 4.3.5. Hemraly geodeziki ölçegleriň görnüşleri we usullary

Hemraly geodeziki enjam dürli ýagdaýda işlemäge mümkinçilik berýär.

«*Statika*» ýagdaýynda ölçegler iki ýa-da birnäçe punktda gozganmaýan kabul edijiler bilen bir wagtyň özünde geçirilýär. Kabul edijileriň haýsy hem bolsa birini baza hökmünde ulanýarys. Galan kabul edijileriň ýagdaýy bazalara görä otnositellikde kesgitlenilýär. «*Statika*» ýagdaýyndaky ölçegler, düzgün boýunça, punktlaryň arasyndaky aralyk uly (15 kilometrden köp) bolanda ýerine ýetirilýär. Gözegçiligiň wagty punktlaryň arasyndaky aralyga, hemralaryň sany-

na, ionosferanyň we troposferanyň ýagdaýyna, gerek bolan takyklyga bagly bolup, ol, adaty, 1 sagatdan köp bolmaýar.

*Statiki ölçegler GPS* ölçegleriniň iň takyk tehnologiýasydyr, emma bu usul her bir stansiýada (punktta) uzak wagtlap gözegçiligi talap edýär. Statiki ölçeglerde, ähli GPS-lerde bolşy ýaly, iň azyndan iki sany GPS kabul edijileriň (bir kabul edijiniň bazaly çyzygy ýazýan her bir nokadynda) ulanylmagyny talap edýär. Bu ýagdaýda her bir kabul ediji bir wagtyň özünde dört umumy hemradan ölçegleri ýazmalydyr. Ölçegler uzak döwürli wagt aralygynda ýazylmalydyr (adaty, 45 minutdan 60 minuda çenli).

«*Çalt statistikanyň*» ýagdaýyny (kadasy) ölçegiň dowamlylygyny 15 km-e çenli aralykda rugsat berijiligiň birmeňzeş bolmadyk aktiw algoritmini 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.

«*Reokkupasiýa*» ýagdaýy (kadasy) haçan-da berlen punktta ölçegi geçirmek üçin gerek bolan hemralaryň sany ýetmese, ýagny bir wagtyň özünde hemralar görünmese ulanylýar. Bu ýagdaýda ölçegi gerek bolan berlenleri ýygnamak maksady bilen birnäçe seansda ýerine ýetirýärler. Ýygnalan maglumatlary kompýuterde işlemek tapgyrynda bir netijäni çykarmak üçin ähli berlenleri birleşdirýärler.

«*Kinematika*» ýagdaýy (kadasy) süýşýän stansiýanyň hereket edýän koordinatalaryny kesgitlemek üçin hyzmat edýär. Bu ýagdaýda ölçegler bazada duran we hereketde bolýan stansiýadaky kabul edijileriň hemme ölçegiň dowamynda geodeziki hemralar bilen elmydama üznüksiz baglanyşykda bolmagy bilen geçirilýär. Hereketi başlamazdan önürti inisializasiýa geçirilýär. Bu bolsa fazaly ölçeglere olaryň birmeňzeş dälidiği üçin düzedişi girizmegi aňladýar.

«*Dur-ýöre*» ýagdaýy – bu kinetiki režimiň görnüşiniň biri hasaplanýlar. Bu usulda hereket edýän stansiýa nokatdan-nokada aralykda durup, takyklygy artdyrmak maksady bilen, 5-50 *sekundyň* dowamyn-da (wagt birliginde) ölçegleri geçirýär.

## Duran ýeriňi kesgitlemegiň takykglygyny häsiýetlendirýän ölçegler

Ölçemegiň ýagdaýy	Enjam			
	iki ýygylýkly		bir ýygylýkly	
	$a$ (mm)	$b$ (mm/km)	$a$ (mm)	$B$ (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

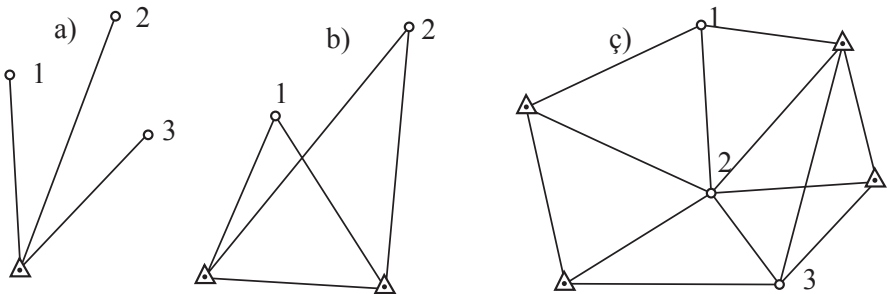
Duran ýeriňi kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygynyň bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen millimetrde kesgitlemek bolar:

$$m = a + bD.$$

Bu ýerde  $D$  – bazaly we hereket edýän kabul edijileriň arasyndaky aralyk (km).

Parametrleriň  $a$  we  $b$  bahalary 4.3.2-nji tablisada getirilendir.

Hemraly ölçegler bilen geodeziýa torlaryny gurmagyň shemasy 3.3.9-njy suratda görkezilendir. Shema her bir çyzygyň ahyrynda hemraly kabul edijileriň goýlandygyny görkezýär. Onuň kömegi bilen berlen çyzyklar boýunça gönüburçly koordinatalar artmalaryny ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ) kesgitlemek üçin sinhron ölçegler geçirilýär.



4.13-nji surat. Hemraly geodeziki torlary gurmagyň shemasy:

$a$ ,  $b$  – şöhleli usul;  $\zeta$  – torly usul

Belgiler:  $\triangle$  daýanç punkty;  $\circ$  kesgitenilýän punkt

Geodeziýa torlary şöhleli we torly usullary ulanmak bilen gurlup bilner.

*Şöhleli usulda* koordinatalar (4.13-nji (a) surat) ony daýanç punkty bilen birleşdirýän wektory ölçemek arkaly kesgitlenilýär. Barlamak üçin koordinatalar iki gezek kesgitlenilýär. Ol bolsa baglanyşdyryjy punkty birleşdirýän iki daýanç punktundan ölçeg geçirmegiň netijesinde tapylýandygyny aňladýar (4.13-nji (b) surat).

Torly usulda (4.13-nji (ç) surat) kesgitlenilýän punkt diňe bir daýanç punktlary bilen birleşdirilmän, eýsem biri-birleri bilen hem birleşdirilýär.

Punktларыň bir bölegi torly usul bilen, emma beýlekileri şöhleli usul bilen kesgitlenilýän torlar hem bardyr.

Hemraly koordinatalary kesgitlemegiň tehnologiýasy adaty ýeriň üstünde geçirilýän usuldan düýpgöter tapawutlanýar. Olara ýokary takyklyk mahsusdyr. Şonuň ýaly-da howa ýagdaýlaryna we günün dowamlylygyna bagly däl bolmagy, guramaçylykly geçirilmegi bilen, biri-biriniň arasynda özara görünmek ýagdaýynyň bolmadyk punktlaryň koordinatalarynyň kesgitlenmek mümkinçiliginiň bardygyny bellemek bolar, emma, muňa seretmezden, ýapyk we ýarymýapyk ýerlerde (tokaýlarda, şäherleriň kwartallarynda, daglarda we ş.m.) olary ulanmak kyndyr. Bu ýagdaýda hemraly usul adaty usul bilen çalşylýar. Bu ýagdaýda aşakdaky wariantlar ýüze çykýar:

1. Hemra kabul edijileri bilen belli bir punktadan adaty geodeziýa torlaryny dowam etdirmek.

2. Hemra usulyny adaty usullar bilen kesgitlenilen punktlar boýunça dowam etdirmek.

3. Torlar basgançak görnüşinde döredilýär, ýagny hemraly we adaty ölçegler biri-biri bilen çalşylyp geçirilýär.

Punktларыň koordinatalaryny hemraly usul bilen kesgitlemek üçin aşakdaky işler geçirilýär:

1. *Taýýarlyk işleri.* Ol bolsa, öz gezeginde, toruň taslamasyny düzmeği, rekognossirlemegi we taslamany anyklamagy, kesgitlenilýän punktlara markalary goýmagy öz içine alýar.

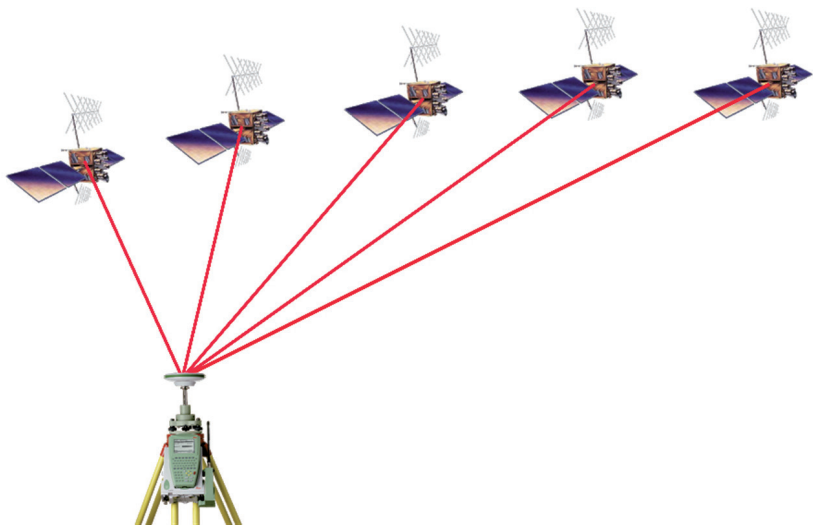
2. *Ölçemek.* Ol, öz gezeginde, gurallary açmagy (ornaşdyrmagy), kabeller bilen onuň böleklerini birleşdirmegi, antennany sentrirllemegi we oriýentirllemegi, antennanyň beýikligini kesgitlemegi, huşly (ýatly) kartalary goýmagy, punktuň adyny we antennanyň beýikligini girizme-

gi, ölçemegiň gerek bolan kadasyny saýlamagy öz içine alýar. Ondan soňra netijeleri ölçemek we hasaba almak awtomatiki ýerine ýetirilýär.

3. Hemra enjamlary bilen bilelikde goýberilýän programma paketlerini ulanyň, ölçegiň netijelerini işlemekden ybarat.

### 4.3.6. Geodeziki surata almagy geçirmekte ulanylýan referens stansiýalary

Soňky ýyllarda geodeziki torlary döretmekde *pozisionirlemegiň global sistemasy* (PGS) giňden ulanylýar, şeýle-de olar *pozisionirlemegiň hemraly sistemalary* diýlip hem atlandyrylýar. Ýörite Ýeriň emeli hemralaryny ulanmak bilen punktlaryň koordinatalary kesgitlenilýär. Hemralar bolsa Ýeriň üstünden örän ýokary beýiklige göterilen orbitalarda hereket edýärler we Ýeriň üstüne belli bir interwallardan radiosignallary goýberýärler. Ýeriň emeli hemralary, ýeriň üstündäki islendik nokatda duran adam iň azyndan dört hemradan goýberilen signallary günüň islendik wagtynda kabul edip biler ýaly endigan ýerleşdirilendir (4.14-nji surat).



4.14-nji surat. Kabuledijide Ýeriň üstündäki nokatdan hemra signallarynyň kabul edilişi



Ýeriň emeli hemralaryna edil asman ýyldyzlaryna gözegçilik eden ýaly görmüşde astronomiýa–geodeziýa ölçegleriniň dowamynda seretmek bolar. Pozisionirlemegiň global sistemasy Ýeriň üstündäki islendik nokadyň koordinatalaryny kesgitlemegi awtonom ýagdaýda geçirýär. Bu bolsa ýeriň üstünde geodeziýa ölçeglerini geçirmezden we triangulýasion punktlaryň arasyndan ýörelgäni geçirmezden netijeleri almaga şert döredýär (4.15-nji surat).



**4.15-nji surat.** Islendik görnüşli surata almagy geçirmekde ulanylýan referens stansiýalar

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

*GPS* sistemasynyň irki stadiýasynda döredilen ilkinji bazaly referens stansiýalar differensiýa düzedişleri (DGPS) alyp görkezmek (translýasiýa etme) üçin kenarýaka çyzyklarda goýlupdyr. Bu bolsa deňiz nawigasiýasynyň takyklygyny has-da ýokarlandyrypdyr. Häzirki ýokary derejeli *GPS* ölçegleriniň giňden ýaýramagy bilen, ol

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.

Bu ýerde häzirkî döwürde ähli ösen döwletleriň çäginde (territoriýasynda) hemme görnüşli surata almagy geçirmek üçin referens-ellipsoidleriň döredilmegini bellemek wajypdyr (4.16-njy surat).



#### 4.16-njy surat. Referens stansiýalaryň berkidiliş usullary

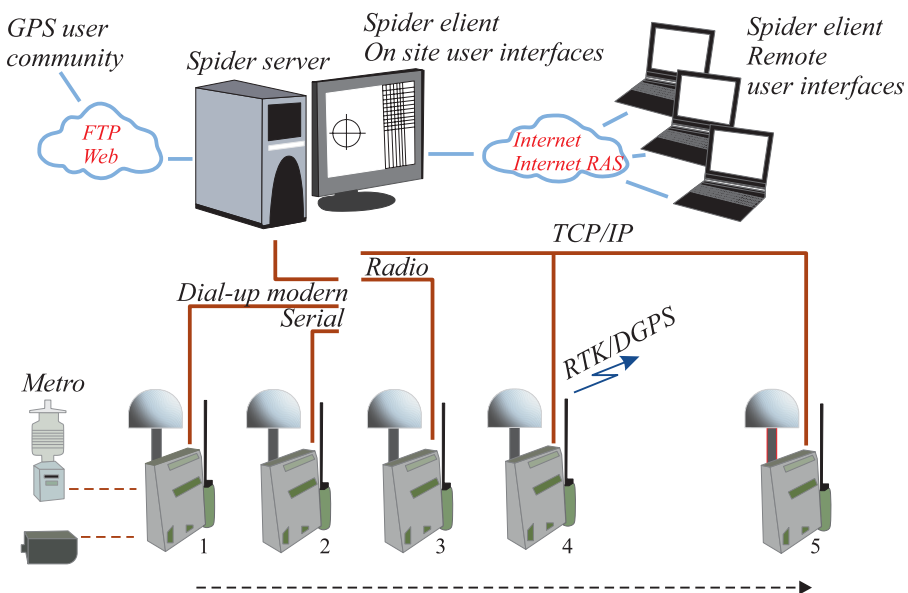
*GPS-iň* hemişelik hereket edýän bazaly referens stansiýalarynyň tory şu günki güne çenli netijeli ulanylyp gelnen adaty triangulýasiýadan we poligonometriýadan has netijelidir. Stansiýalar gerek bolan ýerlerinde amatly ýagdaýda (daşlaşan beýik depelerde däl) goýlup bilner. Toruň geometriýasy adaty torlardaky ýaly kritiki bolman, eýsem olaryň takyklygy ýokary we has durnuklydyr. Ulanýjy öz kabul edijisini nirede işlese şol ýerde hem goýup bilýär. Internetiň üsti bilen bazaly stansiýany işe girizýär we öz kabul edijisiniň koordinatalaryny islendik referens-ellipsoidde kesgitläp bilýär. Şonuň ýaly-da referens stansiýasy hakyky (real) wagtda (ýagdaýda) işleýän el (mobil) kabul edijilerinde 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 sebit, şäher, munisipal bilim, gurluşyk meýdançasy we ş.m. üçin ýeterlidir. Köpsanly referens stansiýalar *GPS* ulanyjylaryň hyzmatyny uly meýdan çäklerinde (territoriýalarda), sebitde ýa-da bütewi döwletde üpjün edip biler.

Referens stansiýalary möçberi ýapylýan sebitiň (etrabyň meýdan çägiň) ululygyna, aragatnaşyk liniýasynyň gürlüğine, ýer üstüniň relýefine we siziň islegiňize baglylykda alynýar.

Toruň üznüksiz işlemegi üçin maslahat berilýän bazaly stansiýanyň möçberi 5 sanydyr. Bu bolsa *RTK* toruna düzedişleri ynamly geçirmek üçin oňaýlydyr.

4.17-nji we 4.18-nji suratlarda bir referens stansiýanyň komplekti düzümine girýän enjamlaryň we hasaplaýyş merkezini dolandyrmak üçin programma üpjünçiliginiň shematiki çyzygysy berlendir.



**4.17-nji surat.** Bir referens stansiýanyň düzümine girýän elementler



**4.18-nji surat.** Dürli meseleleri çözmek üçin niýetlenilen bazaly stansiýalar we *GPS* torlary

Geodeziýada takyk pozisionirmek meselelerini çözmek maksady bilen, hemra sistemaly referens stansiýalary:

- kadastr planlaryny we kartalaryny düzmekde we täzelemekde, ýerleri ölçemekte;
- ýer bölekleriniň araçäklerini kesgitlemekde we hereketsiz ýatan emlägiň ýerleşen ýerini kesgitlemekde;
- geodeziýa we kartografiýa–geodeziki toruň dürli derejeli we maksatly punktlarynyň koordinatalaryny kesgitlemekde;
- aerofotosurata almakda – surata almagyň merkezini baglamakda;
- senagat we raýat gurluşygynda;
- taslama we barlamak işlerinde, turbaly geçirijileri, elektrik geçiriji liniýalaryny ýatymakda (geçirmekde);
- topragyň we gurluşlaryň süýşmesiniň monitoringini geçirmekde;
- kommunal hojalykda;
- ulaglarda ýokary takykly nawigasiýany amala aşyrmakda we ş.m. giňden ulanylýar.



**4.19-njy surat.** Referens stansiýalaryň surata almak prosesinde ulanylyşy

Hemişelik hereket edýän referens stansiýalary birnäçe elementlerden ybaratdyr (*4.19-njy surat*). Bu elementler hemra kabul edijisinden antennadan, umumy dolandyryş (hasaplaýyş) merkezinden, ýöriteleşdirilen programma üpjünçiliginden, kommunikasion gurluşdan, aragatnaşyk kanallaryndan ybarat bolup, hojalyk infradüzüminiň bolmagyny hem talap edýär.

Bir referens *stansiýasy* 30 km-e çenli radiusdaky meýdan çäginin (territoriýanyň) surata alynmagyny doly üpjün etmäge ukyplydyr.

## 4.4. Ýerde çyzygyň uzynlygyny ölçemek

### 4.4.1. 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 bag-

lydyr. Çyzygyň uzynlygyny ýer ölçeg lentalarynyň, ruletkalaryň, inwar siminiň, optiki we fiziki (ýagtylyk, lazer we radio) uzaklykölçeýjileriniň (aralykölçeýjileriniň) kömegi bilen ölçemek bolar. Çyzyklaryň uzynlyklaryny, «Ýalňyşlyklar nazaryýeti» atly bölümimizden bilşimiz ýaly, *gönüden-göni we gytaklaýyn* usullary bilen ölçemek bolar. Çyzygyň uzynlygyny *gönüden-göni usul bilen ölçemekte* aralygy ölçeýji gural bilen çyzygyň üstünde işler geçirilýär. Muňa mysal edip, çyzygyň uzynlygynyň ölçeg lentasynyň, optiki we fiziki uzaklykölçeýjileriň, inwar siminiň we ş.m. kömegi bilen ölçenilmegini getirmek bolar. *Gytaklaýyn ölçemekte* haýsy hem bolsa başga elementleri ölçemek, şeýle-de ölçenilýän çyzygyň uzynlygyny funksional baglanyşykly formulalary ulanyp hasaplamak bilen kesgitleýärler. Mysal edip, çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary boýunça Pifagoryň teoremasynyň formulasyny ( $a^2+b^2=c^2$ ) ulanyp hasaplanylşyny, şeýle-de çyzygyň uzynlygynyň iki tarapy we olaryň arasyndaky burç boýunça kosinuslar teoremasyny ulanyp kesgitlenilişini getirmek bolar.

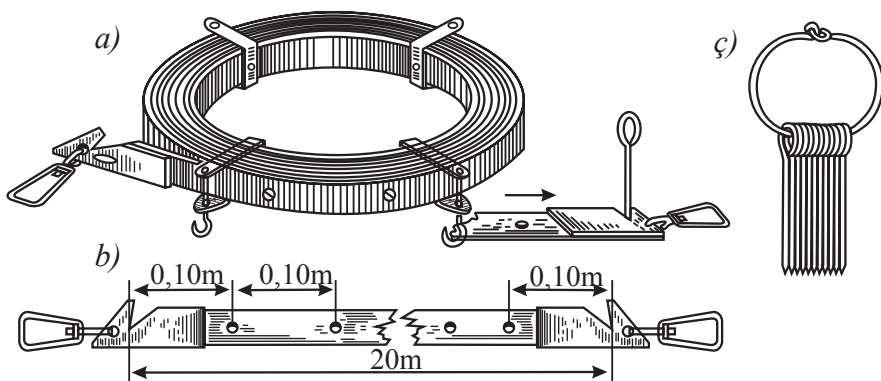
Uzaklykölçeýjiler *optiki* we *fiziki* diýen toparlara bölünýärler.

*Optiki uzaklykölçeýjiler* iki: *hemişelik bazisli üýtgeýän burçly* we *üýtgeýän bazisli hemişelik burçly* görnüşde bolýarlar.

«*Bazis*» gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline «*esas*» diýen manyda terjime edilýär.

*Fiziki uzaklykölçeýjiler* üç hili: *ýagtylyk, radio we lazerli* görnüşde bolýarlar. Häzirki wagtda has köp ýaýran uzaklykölçeýji lazerlidir.

**Ölçeg lentasy** ýuka polat lenta bolup (4.20-nji (a) surat), onuň uzynlygy 20 metre, ini 10-15 *mm-e* we galyňlygy 0,4–0,5 *mm-e* (4.20-nji (b) surat) deňdir. Lentanyň ýanynda goşmaça halkaly metal gazyklar (çüýler) bolýar (4.2.1-nji (ç) 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) simden ýasalyp, onuň diametri 5 *mm-e*, uzynlygy bolsa 30 *sm-e* deň bolýar.



4.20-nji surat. J3III-20 tipdäki ölçeg lentasy

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 böleklerle bölünendir. Her bir metr aralyga özüniň uzynlyk tertibi ýazylandyr, ýagny lentanyň iki tarapynda hem belgilenilip görkezilýär. Olaryň hasaby bir tarapynda göni (1, 2, 3,.....19), beýleki tarapynda bolsa ters (19, 18, 17,.....0) ugurlarda ýazylandyr. Ýarymmetrlik bahalar, tagma bilen möhürlenilen her desimetr aralykdan bolsa deşijekler bardyr. Ölçeg lentasyndan hasap 1 *sm* takyklykda alynýar. Göni çyzygyň uzynlygy ölçenilende halkaly gazyklar lentanyň 0 metre we 20 metre goýlan gädiklerine geýdirilip, çyzygyň üstünde gazyklary ýere dürtmek bilen iş geçirilýär. Ölçeg wagty lenta hökmany yagdaýda 10 *kg* güýç bilen çekilmelidir. Ony ýerine ýetirmek maksady bilen lentanyň ujundaky 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, plastmasdan we polat materialdan ýasalan bolýar. Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde polatdan ýasalan ýörite geodeziki ruletkalar 50 *m* we 100 *m* uzynlyklarda ulanylýar. Hasaplama işleri millimetr we santimetr takyklykda geçirilýär.

**«Leica» kompaniýasynyň «Disto Classic» elektron lazerli ruletkasy.** Gural 30 metre çenli aralygy serpikdirijisiz we 100 metre

çenli aralyklary bolsa ýöriteleşdirilen markany ulanmagyň netijesinde çaltlyk bilen çyzygyň uzynlygyny  $\pm 3-5$  mm takyklykda ölçemek bolýar (4.21-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.



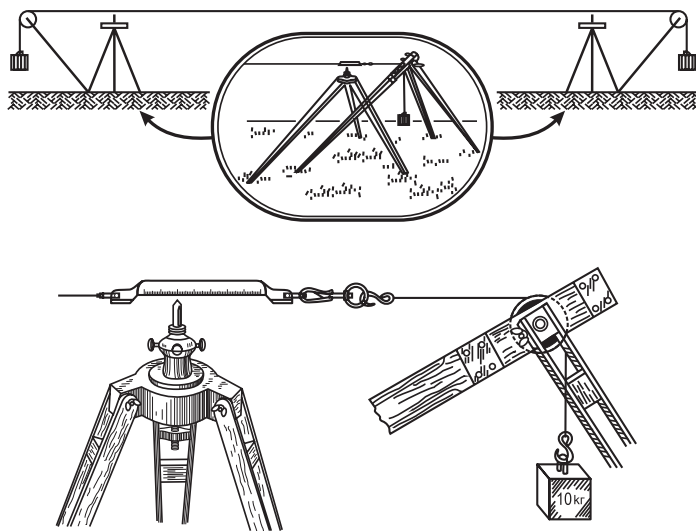
4.21-nji surat. «Leica» kompaniýasynyň «*Disto Classic*» elektron lazerli ruletkalary

Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde takyk gurallaryň biri bolup *uzaklykölçejji* ulanylýar. Bu asma görnüşindäki ölçeg gurallarynyň biridir. Uzaklykölçejjide polat simi iki sany bellenen nokatlaryň arasynda asma ýagdaýda çekilýär. Bu gurallaryň esasy gurluşy *ölçeg disk* we *hasap mehanizmi* bolup durýar. Ölçeg disk ölçegiň geçirilýän wagty simiň näçe aýlaw edendigini görkezýär. Aralykölçejji *AD-IM* bir gezekde 5 metrdan 500 metre çenli aralygy ölçemäge mümkinçilik berýär (4.22-nji surat).

Inwar simi demriň 65 %-ini we nikeliň 35 %-ini özüne birleşdirýän metal erginden 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. Bu gural hem edil aralykölçejji 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 (nyşanalayjy), ýokary takykly niwelir we agramy 10 kg-a deň bolan ýük girýär. Ölçeğiň dowamynda inwar simini ýanaşyk ştativleriň arasynda zygiderlikde çekýärler. Ştativler çyzygyň ugrunda deň aralyklardan goýulýar. Çyzygyň uzynlygyny inwar simi bilen ölçemek ýokary takyklygy üpjün edýär, ýöne köp wagty we agyr zähmeti talap edýär.



4.22-nji surat. Çyzygyň uzynlygyny ölçýji АД-1М guraly

Optiki uzaklykölçeýjiler aralygy kesgitlemek üçin optiki elementleriň ýa-da optiki gurallaryň ulanylmagy bilen geçirilýär. Onuň nazaryýetiniň (teoriýasynyň) esasyna  $ACD$  üçburçlugynyň güýçli çekilen çözügi goýlandyr. Aralygy aşakdaky formula bilen hasaplap çykarmak bolar:

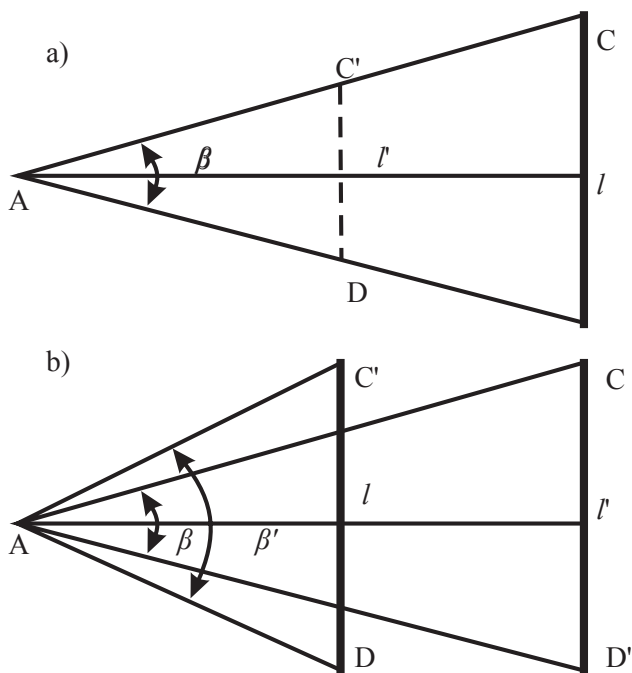
$$S = \frac{l}{2} \cdot \operatorname{cgt} \frac{\beta}{2}.$$

Bu ýerde:

$S$  – ölçenilýän çyzygyň uzynlygy (üçburçlugyň beýikligi);

$l$  – uzaklykölçeýjiniň bazisiniň uzynlygy (üçburçlugyň esasy);

$\beta$  – paralaktiki burç.



**4.23-nji surat.** Optiki uzaklykölçejýjiler:

*a* – hemişelik burçly üýtgeýän bazisli; *b* – üýtgeýän burçly hemişelik bazisli

Optiki uzaklykölçejýjiler konstruktion aýratynlyklary boýunça iki görnüşli bolýar:

1) *Hemişelik paralaktiki burçly* ( $\beta$ ) we *üýtgeýän bazisli* ( $l$ ) bolýarlar. Çyzgyda  $\beta$ - hemişelik burç,  $CD$  -  $l$  we  $C'D'$ -  $l'$  bazisler bolsa üýtgeýär (4.23-nji (a) surat).

2) *Hemişelik bazisli* ( $l$ ) we *üýtgeýän paralaktiki burçly*  $\beta$  uzaklykölçejýjileri tapawutlanýar. Çyzgyda  $CD$  we  $C'D'$  bazisler hemişelik,  $l$  we  $l'$  paralaktiki burçlar bolsa üýtgeýändir (4.23-nji (b) surat).

*Köp ýaýran uzaklykölçejýji* hemişelik burçly üýtgeýän bazisli hasaplanylýar. Hemişelik burçly ikilenç şekillendirýän uzaklykölçejýjiniň bölekleri we geodeziýa gurallarynyň görüş trubasynyň obýektiwiniň düwünli nokadynyň üstünden geçýän şöhleleri emele getirýär. Uzaklykölçejýji bölekler, sapaklar torunda ýerleşdirilendir. Sapaklar toruny görüş trubasyna oklaryň kömegi bilen berkidýärler.

Sapakly optiki uzakkölçeýjilerde 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.

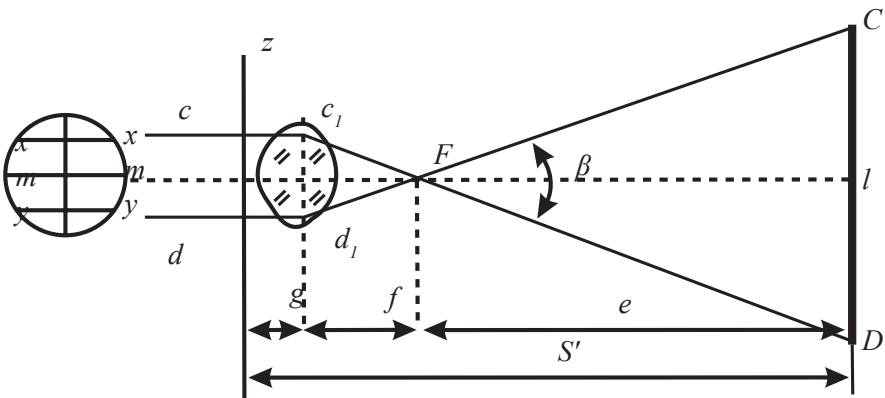
Meñzeş  $c_1 F d_1$  we  $CFD$  üçburçluklaryndan  $e$ -ni tapsak, onda aşakdakyny alarys:

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

Jemi  $g + f = c$  ýaly belgiläliň  $f/P$  paýy bolsa  $K$  harpy bilen belgiläliň. Onda aşakdaky formulany alarys:

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

Häzirki zaman geodeziýa gurallarynda  $K=100$  bolar,  $c$  bolsa, takmynan, nola deň edilip alnýar. Şonuň üçin aralyk  $S'=100 \times l$  formula bilen kesgitlenilýär.



**4.24-nji surat.** Optiki sapakly uzakkölçeýjiniň shematiki çyzgysy

Sapakly optiki uzakkölçeýjileriň oňnositel takyklygy ýokary däl (4.24-nji surat). Oňa uzakkölçeýjileriň bölekleriniň (ştrihleriniň) galyňlygy we reýkadan alnan hasabyň dürli wagtylygy,

eliň bilen reýkany gowy tutmazlygyň  $l$  – hasabyň alynmagyna aýdyň täsir edýär.

Ýalňyşlygy köp derejede azaldýan konstruksiýaly uzaklyk-ölçeýjiler hem bar. Olara ikilenç şekillendirýän uzaklykölçeýjileri degişlidir.

Uzaklykölçeýjileriň birnäçe görnüşi bardyr. Olar: *DH-04*, *DHP-06*, *DH-08*, *DH-10* we ş.m. Olarda başlangyç nokatda teodolitiň görüş trubasy, ahyrky nokatda bolsa uzaklykölçeýjiniň reýkasy goýulmak bilen çyzygyň uzynlygy ölçenilýär.

#### 4.4.2. 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 lentanyň uzynlygyny takyk uzynlykly bazis çyzyklary peýdalanmak bilen kesgitlemek bolar (uzynlygy ýeriň üstünde takyk ölçenilen). İşçi lentanyň uzynlygyny barlamak üçin geçirilýän işe **komperirmek** diýilýär. Deňeşdirme meýdan we kameral komperatorlaryň üsti bilen amala aşyrylýar. Meýdan komperatory hökmünde tekiz ýerde *100-200 metr* aralykda ýerleşen çyzygy almak mümkin. Komperatoryň başlangyç we ahyrky nokady uzakwagtlayyn saklanýan belgiler bilen berkidilýär. Belgileriň üstüne ýönekeý piramidalar berkidilýär. Komperatoryň uzynlygyny adaty işçi ölçeg lentasynyň kömegi bilen ölçeýärler. Bu komperatoryň uzynlygy ýokary takykly bolmalydyr.

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

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

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

**1-nji mysal.** Eger-de  $S' = 119,917 \text{ m}$ ,  $S^\circ = 119,792$ ,  $n = 6$  bolsa, onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$\Delta S_k = \frac{119,917 - 119,792}{6} = 0,021 \text{ m}.$$

Ölçenilen netijä komperirlemekde berlen düzediş aşakdaky formula arkaly hasaplanylýar:

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

Işçi lentanyň hakyky uzynlygy kesgitlenilenden soňra çyzygyň uzynlygyny ölçemek işine başlaýarys.

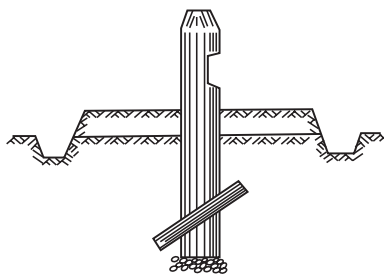
**2-nji mysal.** Eger-de ölçenilen çyzygyň uzynlygy  $S = 135,48 \text{ m}$ ,  $n = 6$  bolsa, onda çyzygyň hakyky uzynlygy aşakdaky baha deň bolar.

$$S = 135,48 + 0,021 \times 6 = 135,48 + 0,13 = 135,61 \text{ m}.$$

Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde işleriň tertibi aşakdakylar ýaly geçirilýär:

1) Ölçenilýän çyzygyň ahyryny we başlangyjyny gazyklar bilen berkitmek.

Gazyklaryň uzynlygy  $0,25\text{--}0,30$  metr bolmalydyr. Olaryň birini ýeriň üsti bilen deň derejede (esasy gazyk), beýlekisini bolsa  $5\text{--}6 \text{ sm}$  ýerden ýokarda galdyryp kakýarys. Esasy gazygyň depesine nokadyň ýagdaýyny (ýerleşen ýerini) görkezýän çüýjagaz kakylýar. Çüýüň depesi gazykdan  $3\text{--}4 \text{ mm}$  ýokarda bolmalydyr (4.25-nji surat).



**4.25-nji surat.** Nokadyň ýeriň üstünde berkidilişi

2) Başlangyç we ahyrky nokatlarda çyzygyň uzynlygynyň ölçeniliş takyklygyny ýokarlandyrmak üçin çelgileri (4.26-njy surat) dikýäris.

**Çelgi (weha)** agaçdan ýa-da metaldan ýasalyp, uzynlygy 2–3 m, diametri 2-3 sm bolan gurluşdyr. Ony daş-töwerekdäki predmetlerden has aýdyň tapawutlandyrmak maksady bilen, her bir kesgitlenilen aralyklardan (10–20 sm) gyzyl-ak reňke boýaýarlar.

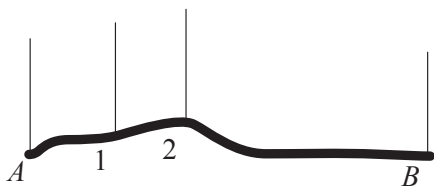


4.26-njy surat. Geodeziki çelgileriň görnüşleri

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. Netijede, başlangyç we ahyrky nokatlarda goýlan çelgileriň üstünden geçen wertikal tekizligi geçireris. Bu hadysa **çyzygy asmak** diýilýär. Çyzygyň uzynlygyny asmagyň iki hili: «Özüne tarap» we «Özüňden aňry» usullary bar.



4.27-nji surat



4.28-nji surat

Çyzygy asmakda  $A$  we  $B$  nokatlarda çelgileri goýýarys. Gözegçi «özüne tarap» usulynda asmak üçin başlangyç  $A$  nokatda durýar. Ahyrky  $B$  nokatda bolsa çelgi goýulýar. Çelgileriň ugry boýunça  $B$  nokatdan gözegçä tarap 1-nji çelgini, soňra 2, 3, ... $n$  çelgileri çyzygyň üstüne dikýäris (4.27-nji surat). Çelgiler şu ýagdaýda biri-biriniň gabadynda goýulmak bilen bir gönüde ýerleşdirilýär.

Çyzygy asmagyň «özüňden aňry» usulynda gözegçiden ( $A$  nokatdan)  $B$  nokada tarap yzygiderlikde, 1-nji çelgini, soňra 2, 3, 4,.....  $n$  çelgileri goýýarys (*4.28-nji surat*). Bu usulda 1-nji çelgi  $B$  nokada tarap ugurda 2-nji çelgini, ol hem, öz gezeginde, 3-nji çelgini ýapýar. Netijede, çyzygyň üstünde goýlan çelgiler bir gönüniň üstünde ýerleşmez. Diýmek, usullaryň içinde «özüňe tarap» usuly has amatlydyr.

Çyzygyň uzynlygyny ölçemegi iki adam geçirýär. Öňdäki ölçýjide halkaly gazyklar bolup, olary ölçegiň dowamyn-da lentanyň uzynlygyna baglylykda ýere dürtüp gidýär. Yzdaky ölçýjji lentanyň nol gädigini (ştrihini) başlangyç nokatda duran çüýüň gapdalyndaky *1-nji halka* ildirýär we öňdäki ölçýjini çyzygyň üstüne çykarýar, lentanyň ahyrky  $20\text{ m}$  gädigine *2-nji halkaly gazygy* dürtýär, soňra yzdaky ölçýjji çyzygyň başlangyç nokadynda dürtülen *1-nji halkaly gazygy* alýar we öňdäki ölçýjiniň ýere dürten *2-nji halkaly gazygyna* tarap ýöreýär, gazyga gelip ýene-de ölçeg lentasynyň  $0$  gädigini *2-nji gazykdaky halkaly gazyga* geýdirýär. Öňdäki ölçýjini ýene-de çyzygyň üstüne çykarýar. Soňra öňdäki ölçýjji ölçeg lentasynyň  $20\text{ m}$  gädigine *3-nji halkaly gazygy* ýeriň üstüne dürtýär, şeýle yzygiderlikde çyzygyň üstünde ölçeg lentasyny  $n$  gezek goýýarys we ölçegiň dowamyn-da galan  $q$  galyndyny hem ölçeyäris. Ölçegiň dowamynda yzdaky ölçýjji ähli gazyklary ýygnaýar.

Ölçenilen çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formula arkaly hasaplap çykarmak bolar:

$$S_{\text{ölç.}} = 20 \times n + q.$$

**3-nji mysal.** Eger-de  $n = 7$ ,  $q = 11,23$  metre deň diýeliň. Onda çyzygyň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

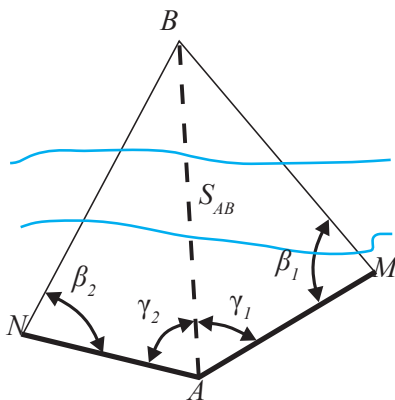
$$S_{\text{ölç.}} = 20 \times 7 + 11,23 = 140 + 11,23 = 151,23\text{ m}.$$

Ölçegiň dowamynda, adatça, jarlaryň, derýajyklaryň, gür gyrymsy baglaryň we ş.m. üstünden geçmeli bolýar. Şu ýagdaýda

ölçeg lentasy bilen ölçegi geçirmegiň mümkinçiligi kynlaşýar. Bu aralyklary ölçemekte haýsy hem bolsa çyzygy baglanyşdyrýan beýleki bir elementi ýa-da elementler toplumyny ölçemek, soňra belli formulalary ulanyň, çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek bolar.

Bu ýagdaýda *sinuslardyň kosinuslar teoremlarynyň* hem-de başlangyç we ahyrky nokatlaryň gönüburçly koordinatalary 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 (4.29-njy surat). Çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulalary ulanyň kesgitlemek bolar:



**4.29-njy surat.** Geçip bolmaýan aralygyň ölçenilişi

$$S'_{AB} = b_1 \cdot \frac{\sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \gamma_1)} \quad \text{ýa-da} \quad S_{AB} = b_2 \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin(\beta_2 + \gamma_2)}$$

Bu ýerde:

$b_1$  we  $b_2$  – bazis çyzyklarynyň uzynlygy ( $m$ );

$\beta_1, \beta_2, \beta_1$  we  $\beta_2$  – ölçenilen gorizontel burçlar ( $^\circ$ ).

Kosinuslar teoremasyny haçan-da üçburçlugyň iki tarapy we olaryň arasyndaky gorizontel burç belli bolsa ulanmak bolar (4.30-njy



surat). Usulyň kömegi bilen  $S_{1-2}$  çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

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

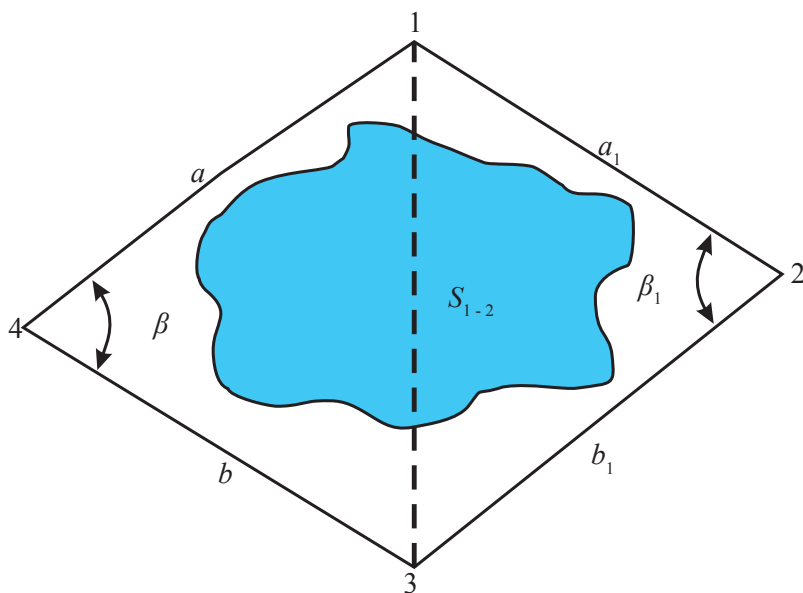
ýa-da

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

Bu ýerde:

$a, b, a_1$  we  $b_1$  – bazis çyzyklaryň uzynlyklary ( $m$ );

$\beta$  we  $\beta_1$  – ölçenilen gorizontol burçlar ( $^\circ$ ).

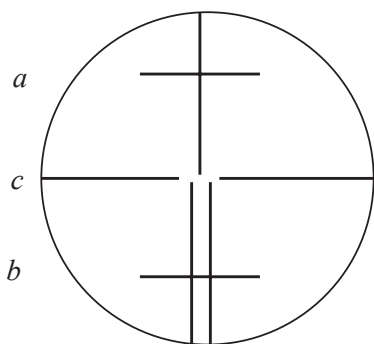


**4.30-njy surat.** Geçip bolmaýan aralygy kesgitlemek

Çyzygyň uzynlygynyň Pifagoryň teoremasynyň formulasynda kesgitenilişine degişli mysallara şu kitabyň 4.4-nji bölümünde sere-dip geçipdik.

Çyzygyň uzynlygy ölçenilenden soňra, onuň ýapgytlyk burçuny, gorizontol kesiminiň uzynlygyny kesgitlemek maksady bilen ölçegler geçirilýär. Bu meselä degişli mysala hem geçen bölümlerde sere-dip geçipdik (III baba seret).

Optiki sapakly uzaklykölçeýjileri bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemekte teodoliti başlangyç nokatda, ahyrky nokada bolsa uzaklykölçeýjiniň reýkasyny ýa-da niwelir reýkany goýýarys (4.31-nji surat).



**4.31-nji surat.** Görüş trubasynyň görüş meýdany

Teodoliti iş ýagdaýyna getirip, görüş trubasynyň  $c$  gorizont sapagyny, takmynan, reýkanyň ortasyna bakdyryp goýýarys. Soňra teodolitiň görüş trubasynyň görüş meýdanyndaky  $a$ ,  $c$ , we  $b$  sapaklaryndaky reýkadan hasaplary alýarys. Alnan hasaplar boýunça çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek bolar we onuň gorizont kesiminiň uzynlygyna degişli düzedişleri kitabyň III bölümünde belleýşimiz ýaly girizmek bolar:

Çyzygyň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$D = (a - b) \times 100; D' = (a - c) \times 200; D'' = (c - b) \times 200.$$

Bu ýerde 100 we 200 – uzaklykölçeýjiniň 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:

$$D = 100 \times (865 - 700) = 100 \times 165 = 16,5 \text{ m}; D = 16,5 \text{ m}.$$

$$D' = 200 \times (865 - 785) = 200 \times 80 = 16,0 \text{ m}; D' = 16,0 \text{ m}.$$

$$D'' = 200 \times (785 - 700) = 85 \times 85 = 17,0 \text{ m}. D'' = 17,0 \text{ m}.$$

Tapylan bahalaryň orta arifmetiki bahasyny kesgitlemek bilen çyzygyň uzynlygyny almak mümkindir. Biziň mysalymyzda onuň bahasy  $D_{\text{orta}} = 16,5$  metre deňdir.

Optiki uzaklykölçeýjiler bilen ölçenilen gorizont kesiminiň uzynlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$S = D_{\text{orta}} \times \cos v.$$

Bu ýerde  $v$  – çyzygyň ýapgytlyk burçy ( $^{\circ}$ ).

**2-nji mysal.** Eger-de sapakly uzaklykölçeýjisi bilen ölçenilen çyzygyň uzynlygy  $D_{\text{orta}} = 16,3 \text{ m}$ ; ýapgytlyk burçy  $v = 30^{\circ}15'$  bolsa, onda çyzygyň uzynlygy aşakdaky baha deň bolar:

$$S = 16,3 \times \cos 30^{\circ}15' = 16,0 \text{ m}.$$

Eger-de ölçenilýän çyzygyň ýapgytlyk burçy  $1^{\circ}$ -dan kiçi bolsa, onda gorizont kesimiň uzynlygyny, takmynan, çyzygyň uzynlygyna deň diýip almak bolar.

Ýeriň üstünde geçirilýän ölçegler ölçeg lentalary we ruletkalar bilen geçirilende onuň takyklygy ýer üstüniň häsiýetine, çylşyrymlulygyna baglydyr. Ölçegde otnositel ýalňyşlygyň ululygy amatly şertlerde  $1:3000$ , orta şertlerde  $1:2000$  we ýaramaz şertlerde  $1:1000$  bahalary alyar.

Uzaklykölçeýjiniň kömegi bilen göni çyzygyň uzynlygyny ölçemekde otnositel ýalňyşlyk  $1:10000$ . Inwar simi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň takyklygy amatly şertlerde  $1:1\,000\,000$ , emma ýaramaz şertlerde  $1:500\,000$  diýlip alynýar.

Optiki sapakly uzaklykölçeýjiniň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy amatly şertlerde  $1:600$  we ýaramaz şertlerde  $1:200$  bolýar.

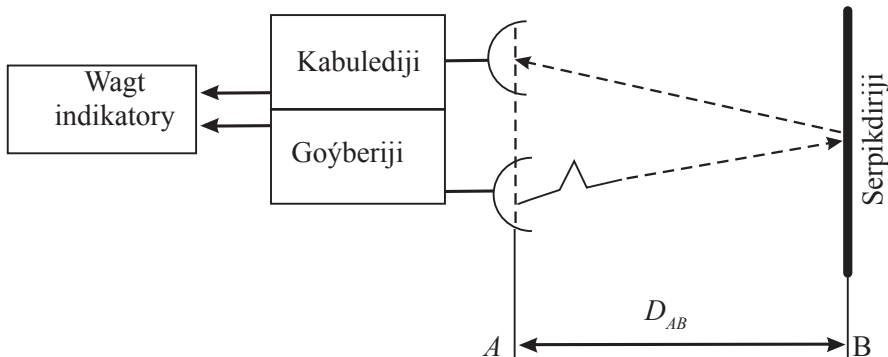
Optiki ikilenç şekillendirýän uzaklykölçeýjiniň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy amatly şertlerde  $1:5000$  we ýaramaz şertlerde  $1:2000$  diýlip alynýar.

### 4.4.3. Fiziki uzaklykölçeýjiler

*Ýagtylyk, radio we lazerli uzaklykölçeýjiler* bilen ölçeg geçirmek fiziki usula degişlidir. Bu usullarda çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň esasy prinsipi belli bir  $t$ -wagt aralygynda elektrik magnet, radio we lazer tolkunlarynyň yrgyldysynyň  $S$  ölçenilýän aralygy geçişi durýar.

Uzaklykölçeýjilere *tolkun goýberiji*, *yzyna serpikdiriji* we *kabul ediji gurallar* degişlidir.

Ýagtylyk, radio we lazerli uzaklykölçeýjiler iki nokadyň arasyndaky aralygy ölçemekde elektrik magnit tolkunlarynyň şu nokatlaryň arasyndan geçmek wagtyny kesgitlemäge esaslanandyr. Meselem, *A* we *B* nokatlaryň arasyndaky *D* aralygy ölçemek üçin *A* nokada uzaklykölçeýji, *B* nokatda bolsa elektrik magnit tolkunlaryny yzyna serpikdiriji gural ornaşdyrylýar (4.32-nji surat).



**4.32-nji surat.** Passiw serpikdiriji uzaklykölçeýjiniň işleýiş prinsipi

Uzaklykölçeýjiniň goýberijisinden çykan elektrik magnit tolkunlary serpikdirijä ýetip yzyna gaýdýar we kabul edijä gelip düşýär. Şöhleleriň uzaklykölçeýjiden serpikdirijä ýetip, ondan yzyna gaýdan wagtyny (*t*) kesgitlemek bolar. *A* we *B* nokatlaryň arasyndaky aralygy aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

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

Bu ýerde:

*c* – ýagtylyk tolkunynyň wakuumdaky ýaýraýyş tizligi (*c* = 299792458 ± 1,2 m/sek);

*v* – elektrik magnit tolkunlarynyň ölçenilen wagtyndaky ýaýraýyş tizligi;

*τ* – elektrik magnit tolkunlarynyň ikeldilen aralykdaky geçen wagty.

Şöhläni serpikdiriji gurluş iki hili görnüşde bolýar:

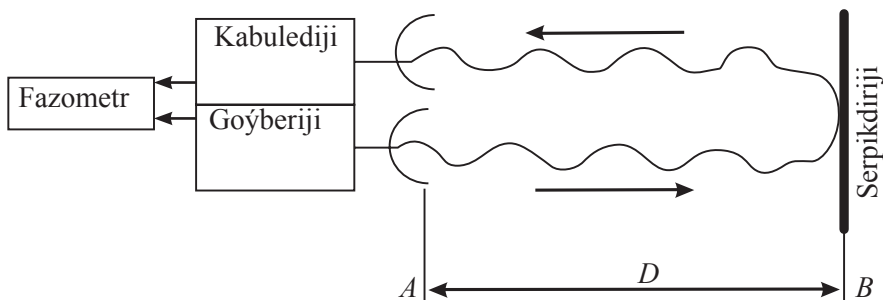
1. Uzaklykölçeýjiden çykan elektrik magnit tolkunlaryny kabul etmek üçin ýygylgyny ýa-da amplitudasyny özgerdip yzyna

gaýtaryan gural ulanylýar. Şeýle gurala **aktiw gaýtaryjy** diýilýär we radio uzaklykölçeýjilerinde ulanylýar;

2. Uzaklykölçeýjiden çykan elektrik magnit tolkunlaryny özgertmezden, yzyna gaýtaryan gurala **passiw gaýtaryjy** diýlip, ol ýagtylyk uzaklykölçeýjilerinde ulanylýar. Passiw şöhle serpikdirijileri *prizmadan we linzalardan* (ýa-da prizma bilen linzalaryň birikmesinden) taýýarlanylýar.

Elektrik magnit tolkunlarynyň ýaýraýyş tizliginiň *impulsly* ýa-da *fazaly* usullarda ölçenilmegi mümkin. *Impulsly usulda* elektrik magnit tolkunlarynyň ýaýraýyş tizligi aralykda ölçenilýär. *Fazaly usulda* bolsa uzaklykölçeýjiden çykan, şeýle hem tolkunly serpikdirijiden yzyna gaýdan elektrik magnit tolkunlarynyň tapawudy ölçenilýär we elektrik magnit tolkunlarynyň geçiş tizligi şu tapawutdan peýdalanylýp kesgitlenilýär. Şonuň üçin uzaklykölçeýjiler *impulsly* we *fazaly* bolýarlar.

Elektrik magnit tolkunlarynyň geçiş tizligini ölçemegiň takyklygy babatynda aýdylanda, impulsly usul fazaly usuldan (4.33-nji surat) pesräkdir. Şonuň üçin häzirki wagtda ulanylýan ýagtylyk, radio we lazerli uzaklykölçeýjileriň işleýiş prinsipi fazaly usula esaslanýar. Bu uzaklykölçeýjileriň biri-birinden tapawudy ýagtylyk uzaklykölçeýjilerinde elektrik magnit tolkunlary halynda geçýän ýagtylyk şöhleleri, emma radio uzaklykölçeýjilerinde bolsa diapazondaky radio tolkunlarynyň peýdalanylmagy bolup durýar.



**4.33-nji surat.** Aktiw serpikdiriji uzaklykölçeýjiniň işleýiş prinsipi

Belli bolşy yaly, howa şertleri ýagtylyk tolkunlarynyň aralygy geçmegini ölçemegiň takyklygyna degerli täsir edýär. Meselem, howa biraz ümürli ( $P = 0,6$ ) bolanda, ýagtylyk uzaklykölçeýjileri bilen aralygy  $6-10 \text{ km}$  kemeldýär. Şonuň üçin mysaldaky maglumatlar iň ýakyn howa şerti üçin hasaplanylýar.

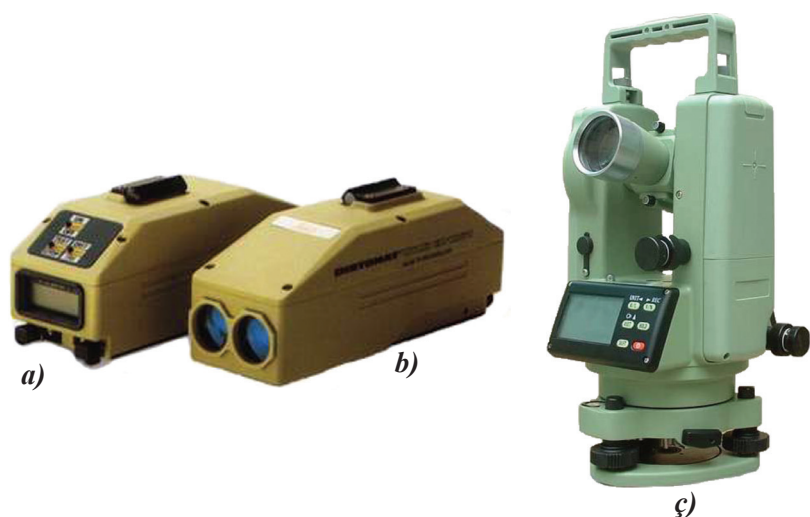
Ýagtylyk uzaklykölçeýjileriniň kömegi bilen gündizine ölçemekde alynýan aralyk, gije bilen deňeşdirilende, iki-üç esse gysgarak bolýar. Şonuň üçin hem lazerli uzaklykölçeýjileriň işlenilip çykarylmany uly ähmiýete eýedir. 1957-nji ýylda *Günorta Amerikada tellometr* diýlip atlandyrylýan radio uzaklykölçeýjileri işlenilip çykarylýar. Soňra bu radio uzaklykölçeýjileri geodeziýa işlerinde giň gollanma tapdy, şeýle hem dürli ýurtlarda radio uzaklykölçeýjileriniň üstünde alymlar tarapyndan ylmy-barlag işleri alnyp barlyp, köp görnüşli uzaklykölçeýjiler döredildi.

Mysalda getirilen radio uzaklykölçeýjileriniň işleýiş prinsipi we düzülişi biri-birine meňzeşdir. Olarda aralygy ölçemekde on metrlik diapazondaky (2700–3200 *ýygylyklarda*) gysga tolkunlar peýdalanylýar. Käbir uzaklykölçeýjileri bellenilen dört (esasy we üç sany kömekçi) ýygylykda işleýärler. Radio uzaklykölçeýjileri bilen çyzyklaryň uzynlygy ölçenilende, aktiw şöhle serpikdirijisi ulanylan ýagdaýynda ölçegiň uzynlygy 60 *km*-e, hatda 100 *km*-e çenli artýar. Radio uzaklykölçeýjileriniň ýagtylyk uzaklykölçeýjilerinden tapawudy – olary gijesine, gündizine, hatda dürli hili howa şertlerinde-de ulanmak mümkinçiliginiň bolmagydyr.

Radio uzaklykölçeýjileriniň ykdysady öndürjiligini ýokarlandyrmak maksady bilen beýik antennalar ulanylýar. Şu ýagdaýda aralygy ölçemek beýik geodeziki belgä, signallara antennalary ornaşdyrmak bilen geçirilýär. İşledilýän wagty radio uzaklykölçeýjileri ýerde ornaşdyrylyp, antennasy beýikligi belli bolan nokada çykarylýar.

#### **4.4.4. DISTOMAT uzaklykölçeýjileri we olaryň ulanylyşy**

Şweýsariýanyň «WILD» şeraketiniň DISTOMAT seriýaly elektron kysymly uzaklykölçeýjileri özüne üç sany öndürjilikli aralyk geýdirmelerini goşýar. Uzaklykölçeýjileri öndürýän şeraketler Ýaponiýada, ABŞ-da, Germaniýada we ş.m. ýurtlarda bolup, olarda aralygy ölçemegiň ýokary tehnologiýasy işlenilip düzülendir. Gurallaryň her biri degişli takyklykda we ölçenilýän aralygyň uzynlygyna baglylykda ýasalandyr.



**4.34-nji surat.** «WILD» şereketiniň *DISTOMAT* seriýaly elektron kysymly uzaklykölçeýjileriniň topluny

Ähli üç model hem kiçi agramlylygy, ykjamlygy (kompaktlylygy) we ulanmakda sadalygy bilen tapawutlanýar. Her bir elektron uzaklykölçeýjisi «Wild» we «Kern» şereketleriniň islendik görnüşli optiki teodolite dakylýar. Ol kompýuter zynjyryna hem birleşdirilip bilner (4.34-nji surat). Bu uzaklykölçeýjileriň «Wild» şereketiniň elektron teodolitleri bilen birleşdirilmeginde klawiaturanyň bir perdesini basmak arkaly ölçegleri hasaplamak hadysasyny we berlen maglumatlary magnit görterijilerinde awtomatiki hasaba almagy ýerine ýetirip bilýär. Optiki teodolitler üçin ýöriteleşdirilen dolandyryş pultlary berilýär.

4.4.1-nji tablisa

**D2002 elektron uzaklykölçeýjisiniň tehniki häsiýetnamasy**

Guralyň häsiýetnamalary	Bahasy
Çyzygyň uzynlygyny ölçemekte standart gýşarma	1 mm-1·10 <sup>-6</sup> D
Adaty atmosfera şertlerinde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy:	
bir prizma bilen	5 km-e çenli
iki prizma bilen	8 km-e çenli

Häzirki wagtda ulanylýan ýagtylyk uzaklykölçeýjilerini ölçeg takyklygyna, näçe uzak aralygy ölçäp almaga we nähili maksatlarda işlenilişine seredip üç sany topara bölmek bolar:

1. *Örän takyk ölçeyän ýagtylyk uzaklykölçeýjileri.* Bu uzaklykölçeýjileri bilen çyzyklaryň uzynlyklaryny 20–30 km aralygynda ölçemegiň takyklygy 1:300000–1:400000 çäklerinde bolýar. Olar I we II derejeli döwlet geodeziki daýanç torlaryny geçirmekde aralygy ölçemek maksady bilen ulanylýar.

2. Uzak aralygy ýokary takyklyk bilen ölçeyän *D/2002 (4.34-nji (a) surat)* elektron uzaklykölçeýjileriniň tehniki häsiýetnamasy 4.4.1-nji tablisada berlen.

Guralyň serpikdirijisi dürli görnüşli bolup, olardaky prizmalaryň sany nähili maksatlar boýunça ulanylyşyna baglylykda alynýar (*4.34-nji surat*).

*Ulanylýan ýerleri:* ýokary takykly barlag işlerinde; ýer üstüniň deformasiýasyna gözegçilik etmekde, ýokary takykly poligonometriýada, inženerçilik geodeziýasynda we ş.m.

3. *Orta ölçeg takykly ýagtylyk uzaklykölçeýjileri.* Bu uzaklykölçeýjiler bilen 5-15 km aralygyndaky çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek mümkin. Aralygy ölçemegiň takyklygy 1:100000–1:300000 çäklerde alynýar. Olar II we III derejeli döwlet geodeziki daýanjy köpeldilen torlaryň taraplaryny ölçemekde we inženerçilik-geodeziýa mysallaryny çözmekde ulanylýar.

Orta aralyklary ölçeyji *D/1600 (4.34-nji (b) surat)* seriýaly elektron uzaklykölçeýjileriniň tehniki häsiýetnamasy 4.4.2-nji tablisa

4.4.2-nji tablisa

**D1600 elektron uzaklykölçeýjisiniň tehniki häsiýetnamasy**

Guralyň häsiýetnamalary	Bahasy
Aralygy ölçemegiň standart gysarmasy	3 mm-2·10 <sup>-5</sup> D
Adaty atmosfera şertlerinde 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



Ulanylýan ýerleri: kadastrly surata alnanda, poligonometriýa torlaryny döretmekde, inženerçilik bilen bagly suratlary almakda we ş.m.

4. *Tehniki takykly ýagtylyk uzaklykölçeýjileri.* Bu uzakölçeýjilere **topografiki uzaklykölçeýjileri** hem diýilýär. Olaryň kömegi bilen 5 km-e çenli aralygy ölçemek bolar. Geçirilýän ölçegiň takyklygy 1:10000-1:100000 çäklerde bolýar. Topografiki uzaklykölçeýjiler dürli masştabdaky topografiki planlary we inženerçilik-geodeziýa işlerini geçirmekde ulanylýar.

Gysga aralygy ölçeýji D/1001 (4.34-nji (ç) surat) elektron uzaklykölçeýjileriniň tehniki häsiýetnamasy 4.4.3-nji tablisada berlen.

4.4.3-nji tablisa

#### **D1001 elektron uzaklykölçeýjisiniň tehniki häsiýetnamasy**

<b>Guralyň häsiýetnamalary</b>	<b>Bahasy</b>
Aralygy ölçemegiň standart gysarmasy	5 mm-5·10 <sup>-4</sup> D
Adaty atmosfera şetlerinde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy:	
bir prizma bilen	800 metre çenli
iki prizma bilen	1100 metre çenli
Ölçemegiň gysga wagty, standart ýagdaýda	2" we ondan az

*Ulanylýan ýerleri:* takyk we topografiki surata almalarda, yerasty guruluşlary gurmakda we ş.m.

### **4.4.5. DISTO görnüşindäki lazer uzaklykölçeýjileri**

Göterilýän *DISTO* görnüşli lazer uzaklykölçeýjileri şu tipdäki elde göterilýän lazer gurallarynyň tüzeleriniň iň 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 (4.35-nji surat)

***DISTO lite*** bu örän ýeňil we kompaktly *DISTO* maşgalasyna degişli bolan serpikdirijisiz uzaklykölçeýjidir. Ol örän arzan bahaly we uly mümkinçilikli bolmak bilen, takyk ölçeglerde ulanmak üçin çalşyp bolmaýan kömekçidir. Gural matematiki hasaplamalary

geçirmäge mümkinçilik berýär. *DISTO lite* guraly uly we ýeňil okalýan displeýini almak bilen *fluorissantli ýagtylgyçly* bolup, garaňkyda bataräýi goşmasyz hasaby almaga mümkinçilik berýär.



4.35-nji surat. DISTO kysymly uzaklykölçeýjiler

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

4.4.4-nji tablisa

*DISTO* kysymly uzaklykölçeýjileriň tehniki häsiýetnamalary

Parametrleriň ady	DISTO lite	DISTO classic	DISTO pro
1	2	3	4
Ölçemegiň takyklygy (mm)			
– orta kwadrat ýalňyşlygy	±3	±3	±3
– maksimal ýalňyşlyk	±5	±5	±5
Uzaklygy (m)	0,3-100	0,3-100	0,3-100
Deňşdireniň ýagdaýynda ölçemegiň wagty (sek)	0,16-1	0,16-1	0,16-1
Displeýden nyşana çenli minimal aralygy çykarmak	–	bar	bar
Ölçemegiň huşy (sany)	–	–	800

4.4.4-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4
Soňky 15 ölçegiň bahasyny çykarmak	–	bar	bar
Hasaplaýyş funksiýalarynyň ululygy	–	4	14
Displeýde hatarlar (sany)	2	2	4
Kompýuter bilen arabaglanýşygy	–	–	bar, RS232
Iýmit çeşmesi	AAAÇ tipli 4 sany		
Doly zaryadlanylan batareýde ölçegleriň mukdary	3000-den köpräk		
Çaňdan we suwdan goramak	IP54		
Agramy (g)	360	360	440
Işlemegiň temperaturasy (°C)	–10.....50		

***DISTO pro*** – bu uly mümkinçilikli serpikdirijisiz uzaklykölçeýjidir. Bu abzalyň 800 sany ölçegi geçirmek üçin niýetlenilen huşunyň bolmagy ölçegleri huşda ynamly saklamaga mümkinçilik berýär. Harply-sanly klawiaturasy berlenleri ýazmagy we olary geljekde ulanmagy guraýar. Onuň giň spektrli bolup, obýektleriň anyk ölçenilmegini, deňeşdirmek bilen ölçenilmegini, tapgyrlyýyn ölçegleriň minimal we maksimal bahalaryny çykarmagy, 8 ölçegiň otra arifmetiki bahasyny hasaplamagy, üçburçlugyň meýdanyny, üçegiň ýapgytlyk burçuny hasaplamagy we ş.m. funksiýalary özünde jemleýär. *DISTO pro* uzaklykölçeýjisiniň jübüde göterilýänligi, kompýuterlere birleşdirip bolýanlygy we öňki huşda saklanan berlenleri geçirmek hem-de hakyky wagt aralygynda işlemek üçin mümkinçiliginiň bolmagy has-da oňaýlydyr. Gurallaryň 4.4.4-nji tablisada tehnik häsiýetnamasy berlendir.

*DISTO* uzaklykölçeýjileriniň goşmaça enjamlary we serişdeleri:

- Suwly uroweni
- Optiki nyşanalaýjy
- Nyşanany serpikdiriji.

**Hususy (şahsy) kompýuterler (HK)** arkaly birleşdirmek üçin kabel (*DISTO pro* seriýalar üçin) bilen üpjün edilendir.



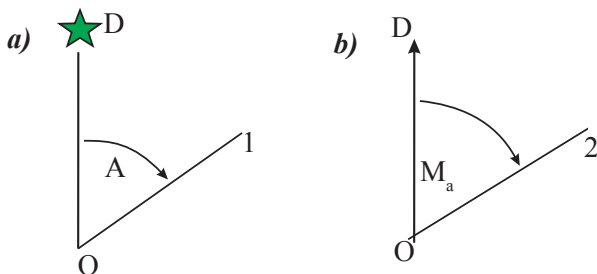
# V

## ORIÝENTIRLENMEK

### 5.1. Çyzygyň ýerdäki ugruny kesgitlemek

**Oriýentirlenmek (ugrukmak)** – munuň özi berlen çyzygyň ugrunyň (ýerdäki ýa-da plandaky, kartadaky) başlangyç ugra otnositellikde kesgitlenilmegidir. «*Oriens*» latyn sözi bolup, türkmen diline «*gündogar*» diýen manyda terjime edilýär. Bu sözüň gelip çykyşy gadymy kartalar düzülende esasy ugru hökmünde gündogaryň alynmagy bilen baglanyşyklydyr. Ýeriň üstünde başlangyç ugurlar hökmünde geografiki we magnit meridianlary alynýar.

Öňki bölümlerden belli bolşy ýaly, geografiki meridiany astronomiki gözegçiligi ýa-da ýeriň üstünde geodeziýa ölçeglerini geçirmek arkaly kesgitlemek bolar. Geografiki meridianyň asman jisimlerine gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlenilýänligine esaslanyp, kartalarda, planlarda we ş.m. ýerlerde ýyldyzjik bilen belleýärler (5.1-nji (a) surat). Kiçi bolan ýer bölegini surata almakda we plany düzmekde çyzygyň ugrunyň kesgitlenilişiniň esasy hökmünde magnit meridiany alynýar (5.1-nji (b) surat).



5.1-nji surat. Geografiki we magnit meridianlarynyň kartalarda belgilenilişi

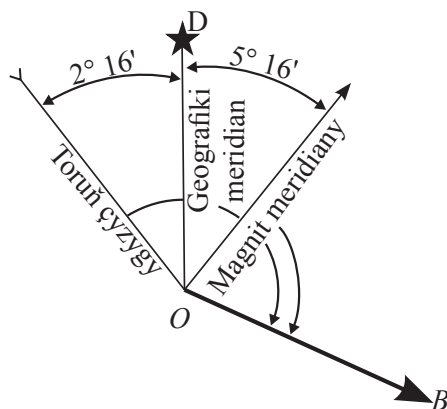
**Magnit meridiany** – bu gorizonta we wertikal tekizlikleriň kesişip, magnit diliniň polýusynyň üstünden geçende alnan çyzygydyr (ugrudyr). Kartada ol dil (peýkam) bilen belgilenilýär. Meselem,  $D-0-1$  burç çyzygyň azimuty, emma  $D-0-2$  burç bolsa çyzygyň magnit azimutydyr.

Gözegçiliklerden belli bolşy ýaly, Ýeriň magnit polýusy hemişelik dälir we ol ýyl-ýyldan üýtgeýär. Ýeriň magnit polýusy bir ýylyň dowamynda 16 mile (25747,904 m) çenli üýtgeýär.

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

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

Ýeriň magnit we geografiki polýuslarynyň biri-biri bilen gabat gelmeýänligi sebäpli, magnit we geografiki meridianlary hem gabat gelmeýär. Magnit meridiany bilen geografiki meridianyň arasyndaky burça **magnit diliniň gysarma burçy** diýilýär we grek elipbiýiniň  $\delta$  (kiçi sigma) harpy bilen belgilenilýär.



**5.2-nji surat.** Ugurlaryň arasyndaky arabaglanyşyk

Magnit diliniň demirgazyk uýy geografiki meridiandan gündogara gysarsa, gysarma «+» we **gündogar gysarmalary**, eger-de magnit dili günbatara gysarsa «-» we **günbatar gysarmalary** diýilýär (5.2-nji surat). Magnit diliniň gysarmasy ýeriň üstündäki dürli nokatlar köplügi üçin hemişelik dälir.

**Azimut** – berlen nokadyň üstünden geçýän geografiki meridianyň demirgazyk ugrundan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gori-

zontal burçdur. 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 manyny aňladýar.

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

Berlen çyzygyň magnit diliniň gysarma burçy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$\delta = A - M_a.$$

**Magnit diliniň gysarmasy.** Geodeziki meridianyň, magnit azimutynyň we magnit gysarma burçunyň arasyndaky baglanyşygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen aňlatmak bolar:

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

Magnit gysarmasy wagtyň geçmegi bilen ýerini (ornuny) üýtgedýär. Üýtgemeler *hemişelik* we *tötänleýin* häsiýetli bolýar. Magnit gysarmasynyň häsiýetini ugruň magnit azimutyny takyk kesgitlände hasaba almak zerurdyr.

Magnit diliniň gysarmasy Ýeriň magnit meýdanynyň gurluşy (häsiýeti) bilen baglanyşyklydyr.

**Ýeriň magnit meýdany** Ýer togalagynyň daşyndaky giňişlik bolmak bilen, onda magnit güýjüniň täsirleri bolýar. Ol bolsa Günüň has ýakyn, işjeň üýtgemeleriniň täsiriniň arabaglanyşygyny görkezýär.

Magnit diliniň gysarmasyna *asyrlaryň*, *ýyllaryň* we *günüň dowamynda* gözegçilik edilýär hem-de degişli bahalary alynýar.

*Magnit diliniň asyrlap gysarmasy.* Onuň ululygynyň ýuwaş-ýuwaşdan köpelmegi ýa-da azalmagy bolup geçýär. Magnit dili haýsy hem bolsa belli bir çäge ýetip, gapma-garşylykly tarapa üýtgäp başlaýar. Meselem, **London** şäherinde mundan 400 ýyl ozal magnit diliniň gysarma 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 gysarma burçy artyp başlapdyr we häzirki wagtda onuň

bahasy, takmynan,  $11^\circ$  baha deňdir. Magnit diliniň gysarma burçunyň asyrlarboýy üýtgemesi, takmynan, 400–500 ýylyň dowamynda alynýar.

Magnit diliniň gysarma burçuny aňsat hasaba almak maksady bilen, Ýer togalagynyň dürli nokatlary boýunça magnit diliniň gysarmasynyň ýörite kartasyny düzýärler. Onda bolsa birmeňzeş gysarmaly nokatlary egri çyzyklar bilen birleşdirmegiň netijesinde *izogonlary* gurýarlar. Olary 1:500000 we 1:1000000 masştably topografiki kartalara geçirýärler.

*Ýylyk magnit diliniň gysarma burçy 14'–16'* bahadan geçmeýär. Topografiýa kartasynyň her bir sahypasynyň çägi üçin magnit diliniň gysarma burçy baradaky maglumatlar onuň düzülen wagtyna degişli bolýar. Onuň ýylyk magnit diliniň gysarma burçuny 1:200000 we ondan uly masştably topografiki kartalarda düzýärler (ýerleşdirýärler).

*Günüň dowamynda magnit diliniň gysarma burçy* iki sany yrgyldyny başdan geçirýär. Ol 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 doganda ýene-de gyraky gündogar ýagdaýy alýar. Şular ýaly yrgyldynyň amplitudasy orta giňlikler üçin  $15'$ -a çenli baha ýetýär. Nokadyň giňliginiň ulalmagy bilen yrgyldynyň amplitudasy artýar.

Günüň dowamynda magnit diliniň gysarma burçuny hasaba almak örän çylşyrymlydyr.

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

Gozganan magnit dilleri uly sebitleri öz içine almak bilen, ýertitremelerde, wulkan atylmalarynda, polýar şapaklarynda, ýylдыrym çakmalarynda, bir günüň dowamynda Günüň üstünde köpsanly tegmilleriň dörän wagty bolup biler. Şol wagtlarda magnit dili özüniň adaty ýagdaýyndan  $2$ - $3^\circ$ -a çenli üýtgeýär. Gozganan magnit diliniň yrgyldysy birnäçe sagatdan iki güne çenli dowam etmek bilen togtaýar.

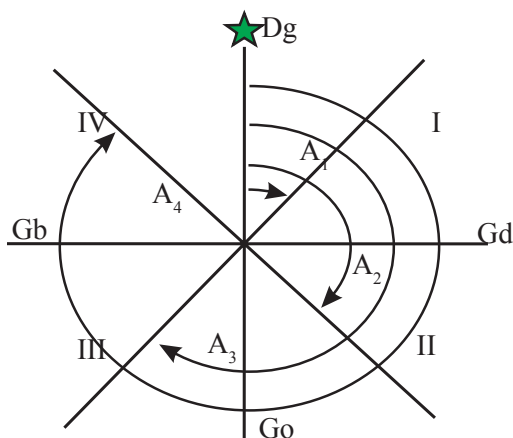
Demir, nikel we ş.m. ýerden gazylyp alynýan känli sebitler magnit diliniň ýagdaýyna güýçli täsir edýärler. Agzalýan ýerlerde magnit anomaliýalary ýüze çykýar. Uly magnit anomaliýalary, aýratyn hem, dagly sebitlerde ýygy-ýygydan duş gelýär. Magnit anomaliýaly

sebitlerde oriýentirleri kesgitlemekde kompasdan, bussoldan peýdalanmak bolmaýar. Magnit anomaliýaly sebitler topografiki kartalarda ýörite şertli belgiler bilen belgilenilýär.

## 5.2. Azimut we direksion burç barada maglumat

Ýerde çyzygyň ugruny meridiaña görä oňositellikde kesgitlemekde azimutdan we rumbdan peýdalanylýar.

$A_1, A_2, A_3$  we  $A_4$  – gorizont burçlar berlen çyzyklaryň azimutlaryny çäryekler boýunça görkezýärler. Eger-de  $DG$  (demirgazyk – günorta) ok hakyky meridian bolsa, onda şu çyzyklaryň azimuty hem hakyky bolar. Eger-de  $DG$  magnit meridiany bolsa, onda bu oriýentirleş burçlaryň magnit azimuty bolar (5.3-nji surat).



5.3-nji surat. Azimutyň çäryekler boýunça kesgitlenişi

Ýeriň üstündäki islendik nokatda magnit meridianynyň ýerleşiji birmeňzeş däldir. Edil şolar ýaly çyzyklaryň azimutlary hem bir çäkten beýleki çäge geçende ok meridianlarynyň parallel däldigi sebäpli birbirlerinden tapawutlanýarlar. 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:



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

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

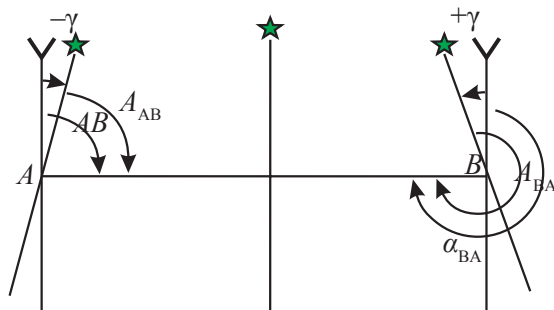
**Direksion burç** – berlen nokadyň üstünden geçýän ok meridianynyň ýa-da oňa parallel bolan çyzygyň (absissa okunyň) demirgazygyndan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizonta burçdur. Ol sagat diliniň ugruna  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a çenli üýtgeýär we  $\alpha$  (alfa) harpy bilen belgilenilýär.

**Direksion** «*direktion*» diýen latyn sözi bolup, türkmen diline «*gönükdiriji*» diýen manyda terjime edilýär.

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

$$\gamma = A - \alpha.$$

Ok meridianynyň üstünde ýatan çyzyklar üçin meridianlaryň ýakynlaşmasy nola deňdir. Eger-de absissa oky ok meridianyndan saga gyşarsa, ýakynlaşma goşmak «+» bahany alyp, ol **gündogar ýakynlaşmasy** çepi gyşarsa, onda aýyrmak «-» bahany alyp, **günbatar ýakynlaşmasy** diýlip atlandyrylýar (5.4-nji surat).



**5.4-nji surat.** Azimut bilen direksion burçuň arasyndaky baglanyşyk

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

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

Meridianlaryň ýakynlaşma burçunyň ululygy topografiki kartalaryň aşaky günorta-günbatar burçunda ýazylyp görkezilýär. Bu bolsa listiň merkezine degişlidir.

Gerek bolan ýagdaýynda meridianlaryň ýakynlaşma burçuny hasaplamak mümkin, ýagny:

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

Bu ýerde:

$L$  – berlen nokadyň geodeziki uzaklygy ( $^{\circ}$ );

$L_0$  – nokadyň ýerleşen zonasynyň ok meridianynyň uzaklygy ( $^{\circ}$ );

$B$  – berlen nokadyň geodeziki giňligi ( $^{\circ}$ ).

Nokadyň geografiki giňligi we uzaklygy kartadan  $0^{\circ}30'$  takyklyk bilen kesgitlenilýär, emma çägiň 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 meridianlarynyň üstünde ýa-da ekwator da ýerleşen bolsa nola deňdir. Islendik çäkde ýerleşen nokatlar üçin meridianlaryň ýakynlaşma burçy  $3^{\circ}$ -dan uly bolmaýar.

Geodeziki azimut direksion burçdan meridianlaryň ýakynlaşma burçy ýaly tapawut edýär. Olaryň arasyndaky baglanyşygy aşakdaky ýaly aňladyp bolýar:

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

Şu formuladan direksion burçy aňsat kesgitlemek bolar, ýagny:

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

Uly meýdan-çäk giňişligi (territoriýa) surata alnanda 3°-lyk ýa-da 6°-lyk uzaklyk boýunça zonalara bölünýär, ok meridiany hökmünde orta geografiki meridian kabul edilýär. Nokadyň üstünden geçýän çyzygyň azimutyny magnit azimuty we direksion burç boýunça aşakdaky ýaly tapmak bolar:

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

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

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

Çyzygyň ters direksion burçy onuň göni direksion burçundan 180° 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.

### 5.3. Azimut, direksion burç we rumbuň arasyndaky arabaglanyşyk

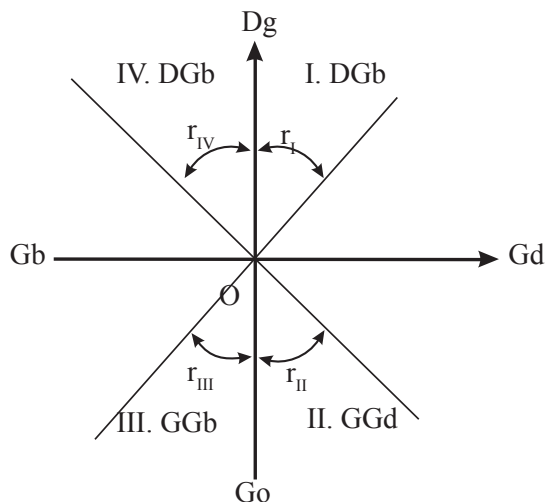
Geodeziki işler geçirilende oriýentirlenme burçlary hökmünde diňe demirgazyk ok meridiany hyzmat etmän, eýsem günorta ok meridiany hem peýdalanylýar, ýagny oriýentirleme burçy sagat diliniň ugruna hem-de garşysyna üýtgäp bilýär. Bu ýagdaýda *rumb* alynýar.

**Rumb** – demigrazyk ýa-da günorta ok meridianyndan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizontaly burçdur. Ol 0°-dan 90°-a çenli üýtgeýär we *r* harpy bilen belgilenilýär. Eger-de rumb geografiki meridiandan başlansa, onda oňa **hakyky rumb**, eger-de magnit meridiandyndan başlansa, onda oňa **magnit rumby** diýilýär.

Rumb «*rumbich*» diýen latyn sözi bolup, türkmen diline «*ugruk-dyrjy*» diýen manyda terjime edilýär.

Rumb hem edil azimut ýaly göni we ters bolýar. Meselem,  $r_{1,2}$  çyzygyň göni rumbuny *DGD* diýip alsak, onda onuň ters rumby *GGB* bolar ýa-da çyzygyň rumby *GD* bolsa, onda onuň ters rumby *DGB* bolar.

I çäryekde çyzygyň ady  $DGd$  (demirgazyk-gündogar), II çäryekde  $GGd$  (günorta-gündogar), III çäryekde  $GGb$  (günorta-günbatar), IV çäryekde  $DGb$  (demirgazyk-günbatar) ýaly alynýar (5.5-nji surat).



5.5-nji surat. Rumbuň çäryekler boýunça üýtgeýşi

Ata-babalarymyz gözýetimiň ugurlaryny başgaça hem atlandyryrlar, ýagny **demirgazyk ugra** – *gaýra*, **demirgazyk-gündogar ugra** – *namaz arka*, **gündogar ugra** – *yokary*, **günorta-gündogar ugra** – *guşluk*, **günorta ugra** – *ileri*, **günorta-günbatar ugra** – *kybla*, **günbatar ugra** – *aşak* we **demirgazyk-günbatar ugra** – *ogurja* diýýärler.

Azimutyň, direksion burçuň we rumbuň arasynda 5.1-nji tablisdaky ýaly baglanyşyk bardyr.

5.1-nji tablisa

Azimutyň, direksion burçuň we rumbuň arasyndaky baglanyşyk

Çäryegiň ady	Çyzygyň ady	Azimut ýa-da direksion burç	Rumb
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 gorizonta burçlary hasaplap bolar. Bu ýagdaýda gorizonta burçlaryň ululygy  $180^\circ$ -dan kiçi bolmalydyr.

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

Direksion burçlary aşadaky formulalaryň kömegi bilen kesgitläp bolýar:

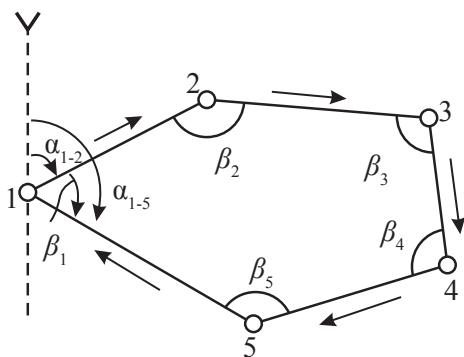
$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \text{ (sag burçlar üçin);}$$

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

Bu ýerde:

$\alpha_{n-1}$  – başlangyç çyzygyň direksion burçy ( $^\circ$ );

$n$  – ölçenilýän burçlaryň sany ( $n = 1, 2, 3, 4 \dots$ ).



**5.6-njy surat.** Ýörelgäniň direksion burçlaryny kesgitlemegiň shemasy

Iki sany galtaşýan çyzyklaryň direksion burçlary belli bolsa, onda olaryň arasyndaky gorizonta burçy aşadaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar (5.6-njy 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 çäryjekler boýunça kesgitlenilişine 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 direksion burçuny tapmak bolar. Muňa mysal hökmünde:

1.  $r = DGd : 0^\circ 15'$ ;  $\alpha = 0^\circ 15'$ .

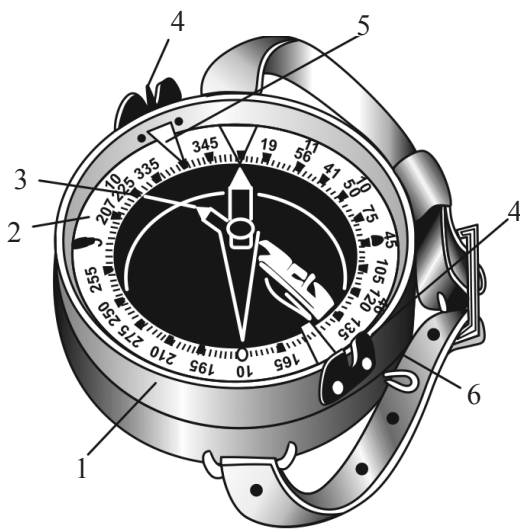
2.  $r = GGd : 54^\circ 35'$ ;  $\alpha = 180^\circ - 54^\circ 35' = 123^\circ 25'$ .

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

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

## 5.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek

Kompaslar dürli-dürli, ýagny olar azimutal, rumbly, tegelek, gönüburçly we kwadrat görnüşli bolýarlar. *Andrianowyň kompasy (5.7-nji surat)* tegelek görnüşli plastmas gutudan ybarat bolup, merkezinde ýiti uçly iňnesi bar. Şu iňnä magnitlenilen peýkam ornaşdyrylan. Tutgujyň üsti aýna bilen berkidilen, aýnanyň üstüne **direktrisa** diýlip atlandyrylýan çyzyk çyzylan, gutynyň gapdalyn-da berkidiji nurbaty bar. Berkidiji nurbat boşadylanda, magnit peýkamy iňňäniň üstünde erkin aýlanýar we magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruny görkezýär. Kompas işledilmedik ýagdaýynda peýkam berkidiji nurbatyň kömegi bilen aýna gysylyp goýulýar. Kompasyň gutusynyň 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 direktrisanýň kömegi bilen kompasyň limbinden hasap alynýar. Çyzyklary bellemek (nyşana almak) üçin kompasyň gutusyna *dioptr* ornaşdyrylan we kiçijik üçburçluk goýlan.



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

1 – korpus; 2 – magnit peýkamy; 3 – siferblata; 4 – nyşana;  
5 – indeks; 6 – berkidiji gurluş

*Andrianowyň* kompasyndan gijesine ugur almak (nyşanalamak) we peýdalanmak maksady bilen, peýkamyň demirgazyk ugruna gözýetimiň taraplaryny görkezýän harplar, ýagny direktrisa *fosfora* gaplanandyr.

Ýerde oriýentirlenmek maksady bilen *dag kompasyndan* peýdalanmak bolar. Bu kompas dörtburçluk görnüşinde bolup, mis ýa-da plastmas plastinkanyň ortasynda ýerleşdirilendir.

Dag kompasynyň limbindäki gradus bahalary sagat peýkamynyň aýlanma ugruna tarap ýazylandyr. Ugurlaryň magnit azimutlaryny ölçemekde, ondan hasap almak örän ýeňildir. Kompas işledilmedik wagtynda peýkam berkidiji nurbatyň kömegi bilen aýna gysylýar. Bu kompas bilen eňňitleriň ýapgytlyk burçlaryny hem ölçemek bolar.

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

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

1. *Kompasyň magnit diliniň duýgur (syzgyr) bolmagy hökmandyr.* Muny barlamak üçin, kompas gorizental ýagdaýda ornaşdyrylyp, magnit peýkamynyň demirgazyk ujunyň limbdäki haýsy hem bolsa bir sana dogry gelýändigine seredýäris. Soňra kompas demriň bölegini ýakynlaşdyryp, magnit peýkamyny gyşardýarys. Eger-de demir bölegi kompasdan uzaklaşdyrylandan soňra magnit peýkamy ýene-de öňki görkezijisiniň üstüne gelse, onda kompas duýgur hasaplanýlar. Peýkam öňki ýerine gelmese, ýagny öňki sany görkezmese, ony magnitlendirmek gerek.

2. *Magnit dili dynçlykda duran ýagdaýynda onuň gorizental ýagdaýda durmagy hökmandyr.* Eger-de kompasyň diliniň bir uýy aşakda bolsa, beýleki uýy ýokaryk galýan bolsa, onda galýan ujuna mum ýa-da sakgyç ýelmeşdirip, diliň gyşyklygy (gorizental dälligi) dogrulanýlar.

3. *Kompasyň magnit diliniň ekssentritetiniň haýsy hem bolsa bir sandan tapawutlanýşy, ýagny diliň demirgazyk ujunyň görkezýän sany onuň günorta ujunyň görkezýän sanyndan  $180^\circ$  tapawutlanmagy zerurdyr.*

4. *Kompasyň dioptrynyň merkezinden geçen tekizligiň limbiniň  $0^\circ$  we  $180^\circ$ -lyk diametrinden geçmegi hökmandyr.*

Munuň üçin haýsy hem bolsa bir çyzygyň oriýentirleňiş burçy, barlanýan bussol bilen ölçenilen azimut işçi kompasyň kömegi bilen ýene-de ölçenilip görülýär. Şu ýagdaýda alnan hasabyň öňki kesgitlenilen azimutdan tapawut etmezligi gerekdir. Aralykdaky tapawut edýän san *kollimasiýa ýalňyşlygy* bolýar, onuň netijeleriniň çyzygyň magnit azimuty ölçenilende hasaba alynmagy zerurdyr.

Ugruň azimutyny kompas bilen kesgitlemek üçin kompas gorizental ýagdaýda tutulyp, peýkamynyň berkidiji nurбаты boşadylýar we diliň demirgazyk uýy limbdäki  $0^\circ$  baha dogry gelýänçä aýlandyrylýar. Diliň bir ujunyň *C* harpynyň, ikinji ujunyň bolsa *IO* harpynyň üstüne gelmegi kompasyň magnit meridianynyň ugry boýunça oriýentirlenendigini bildirýär. Soňra kompasyň dioptryny kesgitlenilen ugra bakdyryp, şu ugur göz dioptry arkaly nyşana alynýar. Dioptryň aşagyndan hasap gradusda alynýar. Bu hasap ugruň magnit azimuty

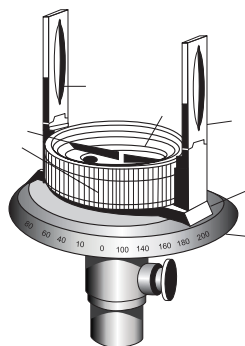


bolar. Ölçenilen azimutlara esaslanyp, ugurlaryň rumbuny hem-de ugurlaryň arasyndaky gorizonta burçlary hasaplamak bolar.

Bussollar görnüşleri boýunça dürli-dürli bolýarlar. Geodeziýada, aýratyn hem, **BC** we **BIII** markaly bussollar işledilýär. **BC** markaly bussoly XIX asyryň ortalarynda Russiýanyň Harby akademiýasynyň ýolbaşçysy **G.F. Stefan** oýlap tapypdyr. Bu guralda hem oriýentirleniş burçlarynyň ölçenilişi edil kompaslardaky ýalydyr.

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

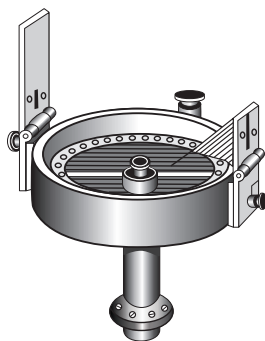
Bussollar hem edil kompaslar ýaly dürli-dürli bolup, geodeziýada, aýratyn hem, olaryň **BC** we **BIII** markalary ulanylýar. **BC bussoly** limbden (1), alidadadan (2) we kompasdan (3) ybaratdyr (5.8-nji surat). *Limb* sagat diliniň ugruna  $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli kesimler bilen bölünendir. Her iki sany çyzygyň arasy, ýagny limbiň bölekleri  $1^{\circ}$ -a deň, her  $5^{\circ}$ -a we  $10^{\circ}$ -a dogry gelýän çyzyklar beýlekilerinden uzynrakdyr. Her onunjy gradusyň bahasy sanlar bilen ýazylyp görkezilendir. *Alidada* gözçeni (4) we predmet dioptrlary (5) goýlandyr. Alidada limbiň okunyň daşynda aýlanýan edilip ornaşdyrylandyr. Dioptrlar plastinkalardan ybarat bolup, gözçeni dioptrynyň bolsa ulurak kesimi bardyr. Predmet dioptrynyň kesiginiň ortasynda obýektlere takyk seretmek üçin gyl (inçe sim) ornaşdyrylandyr. Bussol işledilmedik wagtynda dioptrlar *kompasyň* üstüne ýatyrylýar. Aşağındaky alidadanyň dugasyna hasap halkasy (6) çyzylandyr. Hasaply halkanyň bölekleriniň takyklygy  $5'$  baha deňdir. Bussolyň korpusyna rumbly halka (7) ornaşdyrylan. Ondaky gradus bölekleri demirgazyk we günorta nokatlardan başlap çepesine we sagat  $0^{\circ}$ -dan  $90^{\circ}$ -a çenli ýazylan. Bussoldaky kompasyň magnit peýkamyny herekete getirmek maksady bilen, kompasyň gabyny sagat peýkamynyň ugruna aýlandyrmak gerekdir. Gap sagat peýkamyna tarap ugurda aýlandyrylanda onuň göterilip kompasyň aýnasyna degip durmagy mümkindir.



**5.8-nji surat.** BC bussoly

Bussoly nokada ornaşdyrmakda onuň wtulkasy (8) üç aýagyň (ştatiwiň) ujuna geýdirilip, nurbat bilen berkidilýär. Soňra üç aýak nokada goýulýar. Bussoly işletmezden önürti onuň işleýiş derejesini barlamak hökmandyr. Barlamagy edil kompasyň barlanyşy ýaly geçirmek bolar.

Ýerde ugruň magnit azimutyny **БШ** kysymly bussol (5.9-njy surat) bilen ölçemekde abzal ýörelgäniň başlangyç nokadyna goýulýar. Şu ýagdaýda bussol üç aýagyň üstünde aýlandyrylyp, magnit diliniň demirgazyk ujunyň limbdäki  $0^{\circ}$ -a dogry getirilmegi gerekdir. Soňra bussolyň göz we predmet dioptrlary arkaly geçýän çyzyk ahyrky nokatda ornaşdyrylan çelgä dogrulanyp, göz dioptrynyň aşagyndaky hasaply bölekden gradusda hasaplar alynýar. Her iki hasaply bölekden alnan bahalaryň orta arifmetiki bahasy çykarylyp, göz dioptry tarapdaky hasaply halkadan alnan sana goşulýar. Bu san ugruň magnit azimuty bolýar. BC markaly bussoldan ýeriň üstüniň sudurly plany alnanda hem peýdalanylýar.



**5.9-njy surat.** БШ markaly bussol

**BIII bussoly** iňlis mehanigi **Şmalkader** ýasapdyr. Bu bussol tegelek görnüşindäki korpusdan (1) ybarat bolup, abzalyň merkezindäki iňňä magnit dili (2) ornaşdyrylandyr. BIII markaly bussolda magnit peýkamyna ýeňil kagyzy ýa-da alyuminden ýasalan bussol halkasy (3) berkidilen bolup, peýkam halka bilen bilelikde aýlanýar. Bussolyň halkasyna sagat diliniň ugruna her bir gradusdan aralaşdyrylyp, 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) dogrulanylýar.

Predmet dioptrynyň (5) kesiginden gyl (inçe sapak) geçirilendir. Dioptry zygiderlikde basmak bilen gutujygyň üstünde ýatyrnak bolar. Göz dioptrynyň (4) aşaky ujy deşik bilen dogrulanylýar. Göz dioptrynyň işçi deşiginden seredilende dioptrdaky üç granly optiki prizma bussolyň halkasyndaky çyzyklary ulaldyp görkezýär. Ýerdäki çyzyklaryň magnit azimutyny BIII bussoly bilen ölçemekde bu abzaly çyzygyň başlangyç nokadynda, mümkin bolsa, gorizontaly ýagdaýynda saklamak hem-de göz we predmet dioptrlary arkaly geçen çyzygyň ugry kesgitlenilýän çyzygyň ahyrynda ornaşdyrylan çelgä dogrulanylýp, bussolyň hasaply halkasyndan san alynýar. Bu san çyzygyň ugrunyň magnit azimuty bolar.

## 5.6. Geodeziýada ulanylýan täze elektron kompaslar

«**Silva**» kysymly elektron kompas. *Silva* – nawigasiýaly serişdeleriň giň köpçüligini öndürýän, dünýäde ilkinji orunlary eýeleýän Şwesiýanyň iri kompaniýasydyr. Ýaňy-ýakynda şol kompaniýa amatly sanly kompaslaryny ýasamaga başlady. Bu abzal elniň aýasyn-da arkaýyn ýerleşýär (5.10-njy (a) surat).

«**Silva Nomad**» elektron kompasy düzülen huşuny alýar. Onuň kömegi bilen hereket edýän ugry ýatda saklamak bolar. Şonuň ýaly-da kompasyň huşunyň esasynda şol ýol bilen yza gaýdylanda öňki ugry tersine yzarlamak bolar. Abzal eger-de siz öňki huşda saklanan ugrundan sähelçe gyşarsaňyz, dessine düzediş ýoluny görkezýär.

Şonuň ýaly-da bir ilatly ýerden beýleki ilatly ýere barmak üçin iň gysga ýollary hem görkezýär. «Silva» kompaniýasynyň kompasyny ulanmagyň esasynda hereket edip barýan ugruň indiki nokadyny görmek bolar.



a)



b)

#### 5.10-njy surat. «Silva» we GARMIN etrex summit GPS tipli elektron kompaslar

Şonuň ýaly-da abzal deňizde uly bolmadyk gämilerde hereket edilende örän peýdalydyr. «Silva» kompaniýasy tarapyndan şu kompasas sport derejesi berilýär. Beýle diýildigi, islendik hereketiň ugruny takyk kesgitlemek mümkinçiliginiň bardygyny aňladýar.

Kompasynyň ölçegleri  $9\text{ sm} \times 5,8\text{ sm}$  möçberdedir. Abzal batareýi gurplandyrmak (zarýadlandyrmak) maksady bilen düzülen indikatory alyar. Bu bolsa gijesine kompasynyň nawigasiýaly hereketleri kesgitlemekde ulanylmagyna esas döredýär.

Abzalyň agramy bary-ýogy  $86\text{ grama}$  deňdir. Onuň toplumyna birnäçe litiýewli batareýler girýär. Olaryň kömegi bilen gural  $500\text{ sagadyň}$  dowamynda üzüksiz işlemäge ukyplydyr.

**Elektron kompas we barometr (5.10-njy (b) surat).** GARMIN etrex summit GPS elektron kompasly we barometrli nawigator – bu etrex abzallaryň soňraky kysymydyr. Ol özüniň soňky görnüşlerinden

tapawutlylykda, *etrex summit* huşunda 20 sany ugry, her bir ugurda 50 sany nokady saklamaga ukyplydyr. Gural *GPS* kabuledijisinden daşary, barometriki beýiklik ölçýjisiniň we elektron kompasynyň wezipelelerini özünde jemleýär. Beýiklik ölçýji nawigatorly deňiz derejesinden nokatlaryň beýikligini *GPS* serişdesiniň berlenlerine esaslanmasyz atmosfera basyşy boýunça kesgitleýär. Abzal dogry gurplandyrylan ýagdaýynda 3 metre çenli ýalňyşlykda nokatlaryň beýikliklerini kesgitläp bilýär. Abzal ýaýlymynda ýer üstüniň beýiklik grafigini (profilini) we nokatlardaky basyşlary ölçemäge (wagt we geçilen ýollar esasynda) mümkinçilik berýär. Elektron (magnit) kompasnyň kömegi bilen gözýetimiň ugurlaryny *GPS* serişdesiniň mümkinçiligini ulanmazdan kesgitlemek bolar. Adaty *GPS* nawigatorlary kompasnyň wezipesini, haçan-da hereket edýän obýektiň tizligi 2 *km/sagatdan* az bolmadyk ýagdaýynda, şeýle hem hemralaryň ýyllyzlar ýaly görünýän şertlerinde ýerine ýetirýärler. Elektron kompas gözýetimiň ugurlary boýunça hereket edýän wagtynda Ýeriň emeli hemralaryny ýyllyzlar görnüşinde (jaýyň içinde bolsaň-da) ulanmaga, şeýle-de oriýentirlenmegi geçirmäge mümkinçilik döredýär.



# VI

## ÝER ÜSTÜNIŇ PLANYNÝ ALMAK

### 6.1 . Ýönekeý plany almak

#### 6.1.1. Umumy düşünje

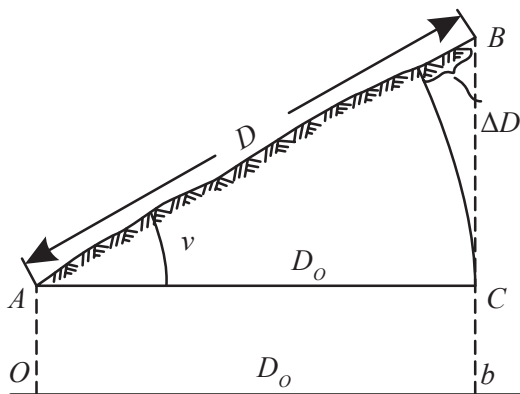
Uly bolmadyk ýeriň üstüni geografiki, geologiki, geomorfologiki, toprak we başga jähetden deslap öwrenmek maksady bilen, gerek bolan plany, takmynan, gözçeni bilen almak bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin *papka-planşet, kompas, wizir çyzgyjy, eker, eklimetr, galam, millimetr çyzgyjy* we ş.m. gerek bolýar.

Plan almakda çyzyklaryň arasyndaky burçlar, grafikli usulda ýasalyar we bu burçlaryň ululygyny transportiriň kömegi bilen ölçemek arkaly kesgitlemek bolar.

Ugruň planyny almakda tarapdaky çyzygyň öwrüm nokatlary daýanç punktlary bolup hyzmat edýärler. **Marşrut** «*marschroute*» diýen fransuz sözünden gelip çykyp, türkmen diline «*tarap*» diýen ýaly manyda terjime edilýär.

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

Ýerde çyzygyň uzynlygyny ölçemekde  $D$  eňňitli çyzygyň uzynlygyny ölçýäris (*6.1-nji surat*).



**6.1-nji surat.** Çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygynyň kesgitlenilişi

Çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygyny aşakdaky ýaly kesgitlemek mümkin:

$$D_0 = D \times \cos v = D - \Delta D.$$

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

$$\Delta D = D - D_0.$$

Formulada ornuna goýmak bilen:

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

$$\Delta d = 2 \times D \times \sin^2(v/2) \text{ alarys.}$$

Bu ýerde  $v$  – çyzygyň ýapgytlyk burçy bolsa, onda:

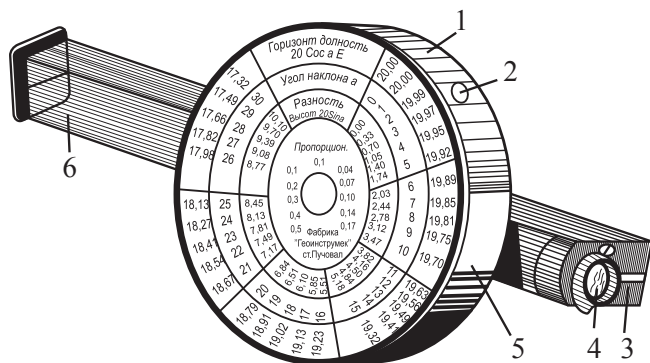
$$1 - \cos v = 2 \times \sin^2(v/2).$$

Ölçenilen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$S = D - \Delta d.$$

Şu alnan netijelere baglylykda, ölçenilen çyzygyň uzynlygy elmydama onuň gorizont kesiminiň uzynlygyndan artykdyr.

Ýapgytlyk burçuny ýönekeý geodeziki abzalyň – *eklimetriň* (6.2-nji surat) kömegi bilen ölçemek bolar. Ol tegelek gap görnüşinde bolup, onuň içinde aýlanan wertikal tegelekden, gözçeni dioptrly belgili trubadan we ýerdäki predmetlere sereder ýaly dioptrdan ybaratdyr.



**6.2-nji surat.** Eklimetr:

1 – korpus; 2 – perde – arretir; 3 – esasy dioptr; 4 – lupa;  
5 – illýuminator; 6 – predmet dioptry

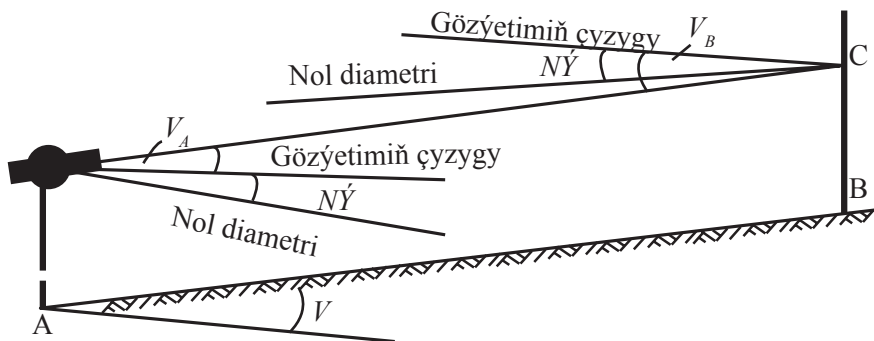
Wertikal tegelege noldan iki tarapa gradusly bölekler geçirilen, bölekler *0-dan* ýokarda «aýyrmak» (–), emma aşakda bolsa «goşmak» (+) alamatly bahalary alýar. Wertikal tegelegiň aşagyna yük berkidilendir. Ýüküň kömegi bilen wertikal tegelegiň «nol» diametri gorizontaly ýagdaýa getirilýär. Gabyň ýokarsynda wertikal tegelegi dynçlykda saklar ýaly düwmelik bar. Gapda çyzygyň eňnitligine düzedişi, hasaplamany geçirmezden girizer ýaly ýörite tablisa ýelmenendir.

Ýapgytlyk burçuny ölçemezden önürti eklimetri synagdan geçirmek zerurdyr. Ilki bilen, perdäniň işleýşini, soňra bolsa wertikal tegelegiň erkin aýlanyşyny barlamak hökmandyr. Eklimetr bilen çyzygyň ýapgytlyk burçuny ölçemeğiň takyklygy  $1^\circ$ -a deňdir.

Eklimetr bilen çyzygyň ýapgytlyk burçuny ölçemek üçin, başlangyç nokatda eklimetr, ahyrky nokatda bolsa eklimetriň takmynan beýikligi bilen deň bolan çelgi (şol beýiklik bilen deň bolan gözegçi) goýulýar (6.3-nji surat). Eklimetriň nyşanalajysy we



predmet dioptry çelginiň ýokarsyna öwrülip goýulýar we wertikal tegelegi boşadyjy düwmejik basylýar, perde biraz saklanylyp (wertikal tegelegiň nol çyzygy deňagramlylyk ýagdaýynda bolýança), goýberilýär. Soňra wertikal tegelegiň hasap halkasyndan san alynýar. Alnan san çyzygyň ýapgytlyk burçy bolar.



**6.3-nji surat.** Ýapgytlyk burçunyň eklimetr bilen ölçenilişi

Siziň her biriňiz ýaşaýan ýeriňiziň islendik meýdanynyň ýönekeý planyny düzüp bilersiňiz. Surata almak üçin planşet (kagyz ýelmenen karton bukja), üç aýakly ştativ ýa-da göni taýak, kompas, üç granly çyzgyç (nyşanalajy), galam, bozguç we iňňebagjyk gerekdir. Surata alynýan wagtynda planşeti elde hem saklamak bolar. Planşeti amatly saklamak üçin beýleki usullary hem ulanmak bolar.

Çyzygyň uzynlygyny köpsanly ýönekeý usullaryň üsti bilen, ýagny gözçeni, maşynyň spidometriniň kömegi bilen, ädimlemek, sesiň we ýagtylygyň ýaýraýyş tizligi we ş.m. usullar bilen kesgitlemek bolar.

### 6.1.2. Aralygy gözçeni bilen ölçemek

**Gözçeni ölçegi** – bu adamyň ýönekeý gözi bilen (hiç hili guralсыz) daşlaşan obýekte çenli aralygy kesgitlemeginden ybarat bolýar. Bu usul aralygy ölçemegiň sada we iň çalt usuly bolup durýar.

Ýeriň üstünde daşlaşan obýekte çenli aralygy kesgitlemek üçin uzynlygy önünden belli bolan kesimler bilen deňeşdirme geçirilýär. Şu usul bilen aralygy ýeterlik takyklyk, gözçeni bilen zzygider ölçe-

megi gazanmak mümkin. Ölçeğiň takyklygyna daşky gurşawyň ýer üstüniň obýektleriniň goşulyşy, ýer üstüniň we howanyň açyklygy, beýleki sebäpler täsir edýär. Şu aýratynlyklary gözçeni usuly bilen aralyk ölçenilende hasaba almak gerekdir.

Bu usul bilen aralygy ölçemegiň takyklygy gözegçiniň gözüniň türgenleşme ýagdaýyna baglydyr. Tejribelerden belli bolşy ýaly, 1 km-e çenli uzaklykda ýalňyşlyk 10–15%-e barabardyr, emma aralyk 1 km-den uzak bolsa, onda ýalňyşlyk 30%-e çenli artýar.

**Aralygy awtomobiliň spidometriniň kömegi bilen ölçemek.** Awtomobiliň geçen ýoluny onuň spidometrinden hereketiň başlangyç we ahyrky ýagdaýlarynda alnan hasaplamlaryň tapawudy boýunça kesgitlemek bolar.

Gaty ortüklü ýollar boýunça aralygy kesgitlemegiň ýalňyşlygy 3-6%, emma typançak, gumak ýollarda 8–12%-den köp bolýar. Şu aralygy ölçemekdäki ýalňyşlyklar tigriň typmagy we onuň tekerindäki kamerasynyň basyşynyň üýtgemegi netijesinde hem ýüze çykýar.

Eger-de geçilen ýoluň takyk kesgитlenilmegi gerek bolsa, azimut boýunça hereketde spidometriň görkezijisine düzediş girizýärler. Düzedişi çalt hasaplamak maksady bilen, ýeriň üstünde ýoluň korrekturaly koeffisiýentini kesgitleýäris. Şu maksatlar üçin ýoluň dowamynda göni we ters ugurlarda köpsanly maşynlar tertipli geçýär.

Ýoluň korrekturaly koeffisiýentini %-de aňlatmak bilen aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$K = \frac{S_{ort} - S}{S} \times 100\% .$$

Bu ýerde:

$S_{ort}$  – ýoluň belli bir böleginde göni we ters ugurlar boýunça spidometrden alnan hasaplamlaryň orta arifmetiki bahasy;

$S$  – kartada ýa-da ýeriň üstünde, oňünden ölçenilen belli bir ýol böleginiň uzynlygy.

Meselem, eger-de barlag ýolunyň bölekleriniň orta arifmetiki bahasy 4,2 km-e deň bolsa, emma kartada ölçenilen uzynlyk 3,8 km-e deň diýsek, onda ýola düzediş koeffisiýenti aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$K = \frac{4,2 - 3,8}{3,8} \cdot 100\% = 10\% .$$

Şonuň bilen birlikde, eger-de ugruň karta boýunça aralygy 140 *km* bolsa, onda bu aralyk 154 kilometre deň bolar.

Ýoluň korrektura 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 edilende ýer üstüniň shemasyny düzmekde, oriýentirler karta geçirilende we beýleki ýagdaýlarda ulanylýar. Ädimleriň hasaby, düzgün boýunça, jübüt sanalýar. Uzyn aralyklar ädimiň kömegi bilen ölçenilende üçem (üç ädimlemek) ädimli sanamak amatlydyr. Hasap üçin ýüz ýa-da üç ýüz jübüt ädimden bellik edilýär. Belligi haýsy hem bolsa bir usul bilen geçirmek bolar. Bellikden soňra ýene-de gerek bolan ýagdaýynda ölçegi dowam etdirmek zerurdyr. Çyzygyň uzynlygy kesgitlenilende, ölçenilen ädimleriň sanyny bir jübüt ýa-da üçem ädimleriň uzynlygyna köpeltmek bolar. Meselem, öwrümlü nokatlaryň arasy ugur boýunça 254 jübüt ädim geçilen, bir jübüt ädimiň uzynlygy 1,60 merte deň diýsek, onda geçilen ýoluň uzynlygy  $D = 254 \times 1,60 = 406$  metr bolar.

Orta boýly adamyň ädiminiň uzynlygy 0,7–0,8 metre deňdir. Adamyň nazary ädiminiň uzynlygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen takyk kesgitläp bolar:

$$D = \frac{P}{4} + 0,37.$$

Bu ýerde:

$D$  – bir ädimiň uzynlygy ( $m$ );

$P$  – adamyň boýunyň uzynlygy ( $m$ ).

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 gönüçyzykly böleginde 200–300 metr aralyklarda, onuň uzynlygyny bolsa önünden ölçeg lentasy, fiziki uzaklykölçeýjileriň 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 ölçenilen. 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:

$$A_{orta}=(57+57,5)/2=57,25 \text{ m.}$$

Ortaça jübüt ädimiň uzynlygy

$$D_{jübüt} = 100 \text{ m}/57,25 = 1,75 \text{ m}$$

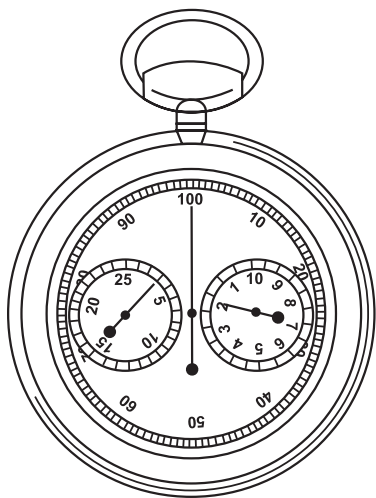
bolar.

Çyzygyň uzynlygyny ölçemekte ölçenilýän çyzygy jübüt ädimlemek bilen üstünden ýöräp geçýäris. Meselem,  $N = 22$  jübüt boldy diýeliň, onda, ölçenilýän çyzygyň uzynlygy:

$$S=N \times D_{jübüt} = 22 \times 1,75 = 38,5 \text{ m}$$

bolar.

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



**6.4-nji surat.** Ädim sanyny ölçeýji gural

**Ädimleriň sanyny ädimölçeýjiniň kömegi bilen sanamak bolar** (6.4-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 peýkamyny herekete getirýär. Şiferblatanyň uly peýkamy birligi we onluk ädimleri görkezýär, sag kiçi hasaply bölekde ýüzlük, emma çepdäki kiçide bolsa münlük ädimler sanalýar. Ädimölçeýjini asma ýagdaýda öz eşiğiň bir ýerine baglamak bolar. Ädimlenende yrgyldynyň netijesinde guralyň mehanizmi hetekete gelýär we her bir ädimi sanalýar.

**Aralygy wagta we hereketiň tizligine görä kesgitlemek.** Bu usuly aralygy takmynan kesgitlemek gerek bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Aralygy kesgitlemek üçin hereketiň ortaça tizliginiň bahasyny onuň wagtyna köpeltmek ýeterlikdir. Pyýada adamyň ortaça tizligi, takmynan,  $5 \text{ km/sag}$  (*kilometr/sagat*) alynýar.

**Aralygy sesiň we ýagtylygyň ýaýraýyş tizligi boýunça kesgitlemek.** Ses tolkunlary howada  $330 \text{ m/sek}$  (*metr/sekunt*) ýol geçýär. Eger-de tegelekläp alsak, onda  $1 \text{ kilometr}$  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 uçguna çenli kilometrdäki aralyk uçgunyň çykan ýerinden duran ýeriňe çenli sekuntlaryň sanyna bagly kilometre deňdir. Onuň atylan wagtyndaky sesiň gümpüldisinden başlap wagty 3-e bölmek bilen aralygy kesgitlemek bolar. Meselem, ses ok atylandan gözegä gelýänçä  $18 \text{ sek}$  wagt geçdi diýeliň, onda atylan okuň ýerine çenli aralyk:

$$D = 18/3 = 6,$$

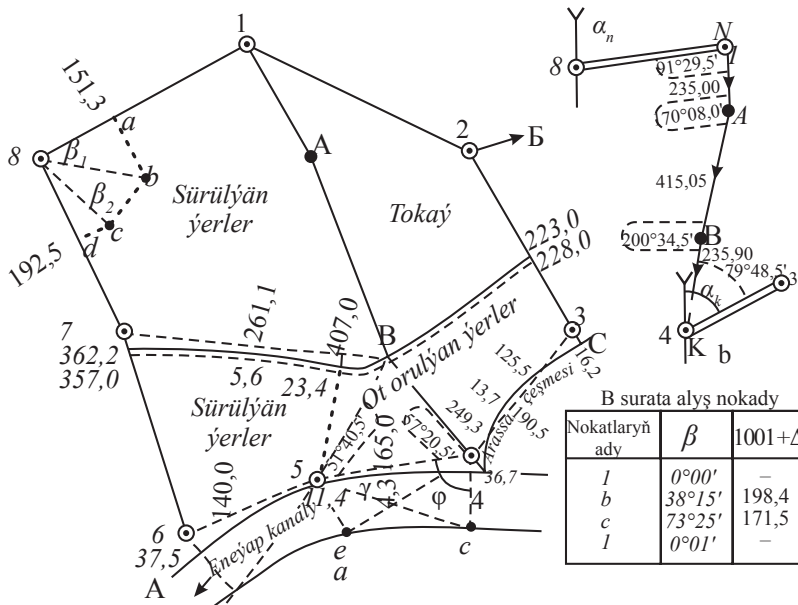
$D = 6$  kilometr bolar.

**Eşidişiň boýunça uzynlygy kesgitlemek.** Türgenleşilen sesi eşitmek bilen aralygy ölçemek zerur bolan ýagdaýynda ol gowy usul bolup durýar. Käbir aýratyn sesler gündizine sesleriň içinde ýuwdylyan bolsa, gijesine has aýdyň şertlerde amatly gowy eşidilýar. Şu usulyň amatly ulanylmagy, köplenç ýagdaýlarda gelýän sesi eşitmek maksady bilen ýerleriň saýlanylyp alynmagy wajyp bahany alýar. Ýeri saýlanylyp alnanda öwüsýän ýeliň gulaga göni düşmezligini gazanmalydyr. Töwerekde birnäçe metr radiusda ähli del sesler aýrylýar. Meselem, gury ösümlüklerden, gyrymsy agaçlaryň şahalaryndan we ş.m. mümkin bolsa arassalanylýar.

### 6.1.3. Surata almagyň usullary

Surata almagy geçirmezden öňürti surata alynjak ýeriň üsti bilen tanyş bolmaktan we ony gowy öwrenmekden başlaýarys. Şu täsire **pekognossirowka** diýilýär. Bu işiň netijesinde shematiki surata alynjak ýeriň çyzgysy, ýagny *rekognossirowkanyň shemasy* çyzylýar.

Rekognossirowka şol ýeriň daşky araçäginden başlanylýar. Onuň keşbi köp halatlarda egriçyzykly bolýar. Rekognossirowka wagtynda araçägiň egriçyzykly bölegi gönüçyzykly elementlere bölünýär, araçägiň häsiýetli öwrüm nokatlary saýlanyp alynýar. Surata alynýan meýdan çägininiň (territoriýanyň) ölçegleri has uly bolanda, ol bölekler bölünip, poligonlar (ýapyk döwür çyzyklar) döredilýär. Şol bir wagtyň özünde araçäkdäki nokatlardan sudurlary surata almagyň usullary bellenilýär (6.5-nji surat).



6.5-nji surat. Teodolit bilen surata almagyň abrisi

Eger-de şeýle nokatlardan poligonyň ähli ýerinde sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda daşky araçäkdäki diagonal ýörelge bellenilýär. Soňra ýerde alnan nokatlar deňişli belgiler bilen berkidilip, olar kagyza geçirilýär. Netijede, surata almak işine girişilýär. Surata almak daşky araçäkdäki nokatlardan, oňa ýakyn ýerleri surata almakdan başlanylýar. Öňki alnan nokatlara otositellikde islendik nokadyň ýagdaýyny kesgitlemek üçin *kesişmeler*, *gönüburçly koordinatalar*, *polýar*, *öwrülip geçmek*, *gabatlaşmak*, *çelgiden-çelgä ölçemek*, *parallel çyzyklar ýa-da olaryň kombinasiýalaryny ölçemek* ýaly usullary ulanmak bolar.

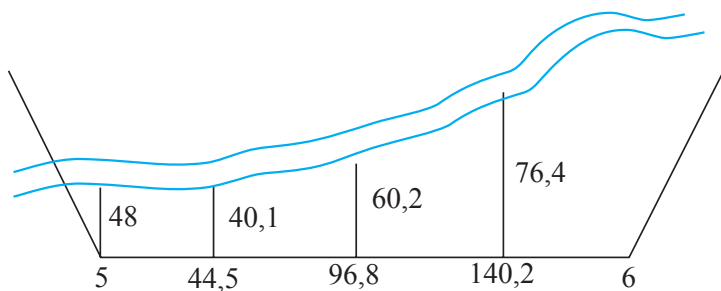
Meýdan ölçegleriniň önümçiliginde maglumatlaryň ýazgysy we surata alynýan sudurlaryň shematiki çyzgysy düzülip barylýar. Surata alynýan obýektler we olaryň ähli ölçegleriniň netijeleri görkezilýän çyzga **abris** diýilýär. «*Abris*» gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline «*ýer üstüniň göçürilen çyzgysy*» diýen manyda terjime edilýär. «*Kroki*» sözi abrisiň bir manysy bolmak bilen, ol fransuzça «*Crogius*» sözüdir we ol türkmen diline «*ýer üstüniň taslamasyny çyzmak*» diýen manyda terjime edilýär. Ol kameral şertlerde plan düzmegiň esasy resminamasy bolup durýar.

Abris galamda çyzylyp, ondaky göni çyzyklar çyzgyjyň kömeği bilen, egri çyzyklar bolsa elde çyzylýar. Abris düzülýän planyň masştabyndan has uly masştablarda düzülýär. Şular ýaly surata almaga **gorizontal** ýa-da **sudur surata almak** diýilýär. Meýdan ölçegleriniň materiallary (maglumatlary) boýunça ýer üstüniň plany düzülýär.

Gözçeni bilen geçirilýän surata almakda geçiş nokatlary sýomkanyň esasy bolup hyzmat edýär. Olar iş geçirilýän wagtynda kesgitlenilýär. Birinji nokatda surata almagy tamamlap, 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 hem planyň takyklygy peselýär.

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

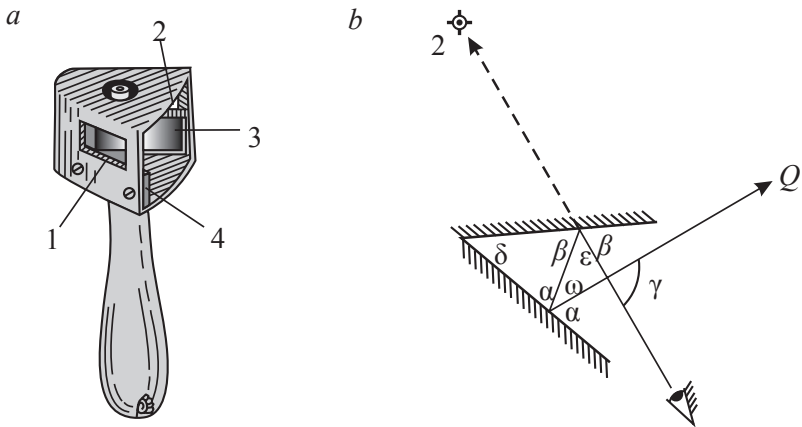
**1. Gönüburçly koordinatlar usuly.** Bu usulda nokadyň ýagdaýy daýanç çyzygyna perpendikulýar çyzyklary düşürmek bilen alnyp barylýar. Şol sebäpli oňa **perpendikulýarlar usuly** hem diýilýär (6.6-njy surat).



**6.6-njy surat.** Perpendikulýarlar usuly

Usulda iki daýanç nokadyny baglanyşdyrýan çyzyga *sistemanyň absissa oky* diýlip we daýanç nokatlarynyň biri sistemanyň başlangyjy hökmünde alynýar. Haýsy hem bolsa bir nokadyň ýagdaýyny tekizlikde kesgitlemek üçin kesgitlenilýän nokatdan absissa okuna perpendikulýarlar inderilip, başlangyç nokatdan absissa oky boýunça perpendikulýara çenli aralyk we perpendikulýaryň uzynlygy ölçenilýär. 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:  $48,0\text{ m}$ ,  $40,1\text{ m}$ ,  $60,2\text{ m}$ ,  $76,4\text{ m}$  we ş.m.

Has uzyn perpendikulýarlar çyzyga (5–6) ekeriň (6.7-nji surat), kiçi aralyklar bolsa gözçeni bilen düşürilýär.



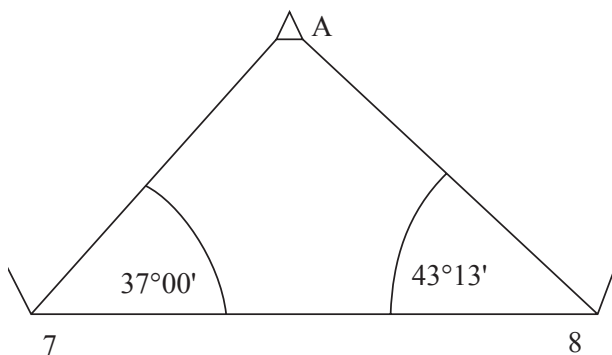
**6.7-nji surat.** Iki aýnaly eker:

*a* – guralyň görnüşi; 1, 2 – penjire; 3, 4 – aýna; *b* – şöhleleriň ugry;  
2 – surata almak torunyň punkty; *Q* – perpendikulýaryň ugry

**1:5000 masştably surata almakda** perpendikulýarlaryň uzynlygy  $50\text{ metrden}$  geçmeli däldir.  $1:10000$  masştably surata almakda bolsa  $100\text{ metre}$  çenli bolmalydyr.

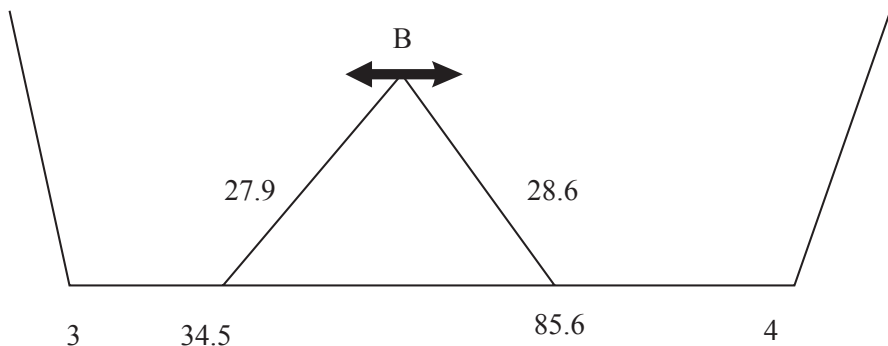
**2. Burçly kesişdirmek usuly.** A nokadyň ýagdaýyny burçly kesişdirmek usuly bilen kesgitlemek üçin (6.8-nji surat)  $\angle 87A$  we  $\angle A87$  burçlary ölçýäris. Bu nokady plana geçirmekde degişli nokatlarda ölçenilen burçlary transportiriň kömegi bilen alyp goýmak gerek.





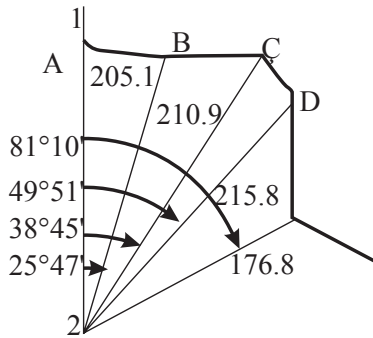
**6.8-nji surat.** Burçly kesşidirmek usuly

**3. Çyzykly kesşidirmek usuly.** Bu usul bilen haýsy hem bolsa 3–4 çyzyk boýunça  $175,6\text{ m}$  we  $208,2\text{ m}$  alyp goýup (6.9-njy surat), her nokatdan 3 nokada çenli  $34,5\text{ m}$  we  $85,6\text{ m}$  kesimleri ölçýäris. Edil şular ýaly hem  $B$  nokadyň ýagdaýyny tapmak bolar.



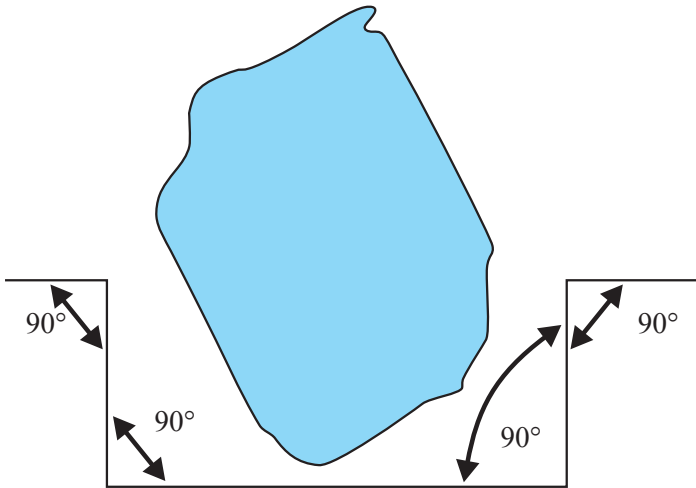
**6.9-njy surat.** Çyzykly kesşidirmek usuly

**4. Polýar usuly.** Bu usul bilen surata almak teodolitiň, menzulanyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär (6.10-njy surat). Onuň üçin wizir çyzygyjyny 2 nokada goýup, ony 1 nokada gönükdirýäris.  $A$ ,  $B$ ,  $\mathcal{C}$  we  $M$  sudurly nokatlary surata almak üçin şol nokatlarda reýkany goýup, uzaklykölçeýjiniň kömegi bilen radius-wektoryň uzynlygyny ( $205,1\text{ m}$ ,  $210,9\text{ m}$ ,  $215,8\text{ m}$  we  $176,8\text{ m}$ ) ölçýäris we her bir degişli nokatlardan, gorizontel tegelekden degişli hasaplary alýarys. Bu bolsa 2-1 çyzyk bilen radius-wektorlaryň arasyndaky gorizontel burçlary berer.



6.10-njy surat. Polýar usuly

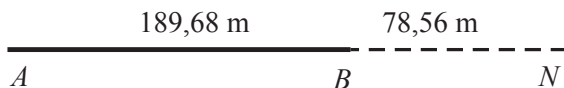
5. *Aýlanyp geçmek usuly.* Bu usulda surata almak surata düşürilýän meýdan çäginiň daşyndan ýa-da onuň araçägine ýakyn ýerlerden aýlanmak bilen geçirilýär (6.11-nji surat). Burçlary ekeriň (ýeriň üstünde göni burçlary gurmak üçin niýetlenilen gural) kömegi bilen ölçýäris, çyzyklaryň uzynlygyny ölçemekde bolsa polat ölçeg lentasyny ulanýarys.



6.11-nji surat. Aýlanyp (sowlup) geçmek usuly

6. *Gabatlaşdyrmak usuly.* Bu usulda, ilki bilen, iki sany nokady alýarys. Bu nokatlara tarap ugurda bolsa gözleýän nokadymyzy tapýarys. Soňra edil şu ugurlary beýleki tarapa hem geçirýäris. Şu

iki çyzygyň kesişmegi netijesinde gözleýän nokadymyzy alarys (6.12-nji surat).



6.12-nji surat. Gabatlaşdyrmak usuly

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

**8. Parallel çyzyklar usuly.** Bu usulda surata alynýan ýeriň üstünde kesgitlenilen aralyklardan parallel çyzyklar geçirilýär. Soňra şu çyzyklardan berlen ýeriň üsti surata alynýar. Bu usul ýeriň üstüni öýjüklere bölmek üçin, şeýle hem ýeriň üsti kiçi ownuk sudurlardan doly bolsa ulanylýar.

#### 6.1.4. Surata almagy geçirmek

Ýer üstüniň yönekeý planyny gurmak üçin dürli geodeziýa gurallary ulanylýar. Ulanylýan gurallar düzülýän planyň görnüşine bagly bolýar.

Islendik plany gurmak üçin ýeriň üstünde dürli obýektlere çenli aralyklar we taraplaryň arasyndaky gorizont alburklar ölçenilýär, şeýle-de ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak maksady bilen dürli meseleler ýüze çykýar.

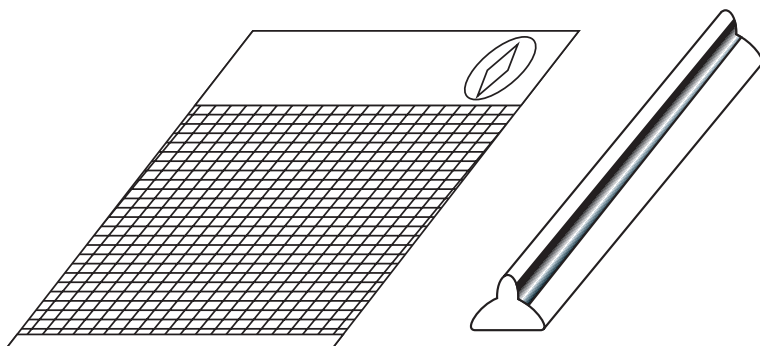
Has takyk netijeleri almak üçin hökmany ýagdaýda ädimiň uzynlygyny, ýagny ädimiň «*bahasy*» tapmalydyr. Bu bahany tapmagy şosse ýollarynyň gyrasyndaky kilometri görkezýän sütünleriň töwereginde ýa-da uzynlygy önünden belli bolan 100–300 m-lik aralyklarda geçirmek has-da amatlydyr. Bu çyzyklaryň arasyny deň 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 ädimleriň sany 1430 bolsa, onda ädimiň uzynlygy 0,7 metr ( $1000/1430$ ) bolar. Ädimleriň sany, adatça, jübüt ýa-da üç-üçden sanalýar.

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

Ýeriň üstünde gönüburçlary gurmakda ýa-da berlen çyzyga perpendikulýarlary geçirmekde *eker* ulanylýar.

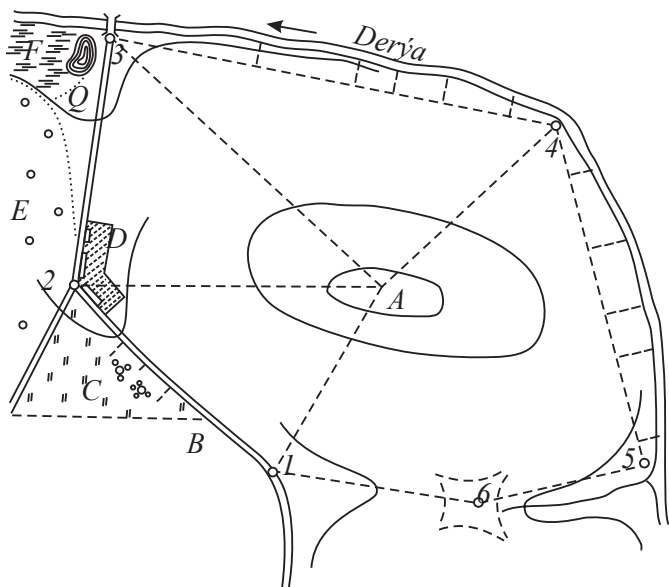
Ilki bilen, surata alynýan ýeri, onuň daş-töweregi boýunça rekognossirowka (gözden geçirmek) işlerini geçirmekden başlaýarys. Onuň netijesinde rekognossirowkanyň shemasyny alýarys. Surata alynýan ýeriň töwereginde goýulmaly surata alyş stansiýalaryndan, daşky nokatlardan surata alynýan ýeriň ortasyndaky ýerler görünmese, daşky iki sany stansiýanyň arasyndan diagonal yörelgäni geçirmek gerek.



**6.13-nji surat.** Papka planşeti

Surata alynýan ýeriň *1-nji* nokadyna planşeti gorizonta ýagdaýda ornaşdyryp, ony (*6.13-nji surat*) gözýetimiň ugurlaryna görä ugrukdyrýarys. Soňra *1-nji* we *2-nji* nokatlaryň arasyndaky aralygy ädimlemek ýoly bilen ölçeyäris. Alnan çyzygyň uzynlyklaryny düzülýän planyň masştabynda *1-nji* nokatdan *2-nji* nokada alyp goýýarys. Netijede, planşetde *2-nji* nokadyň ýagdaýyny alarys. Çyzygyň oriýentirleniş burçuny, ýagny onuň magnit azimutuny kompasyň kömegi bilen ölçemek bolar. *2-nji* nokadyň ýagdaýyny 2–1 çyzyk ýa-da ýene-de gözýetimiň ugurlary boýunça kompasyň kömegi bilen

oriýetirmek bolar. 2-nji nokatdan 3-nji nokada nyşanalaýjy çyzgyç bilen oriýentirläp, şu ugurda planşetde çyzygy galamyň kömegi bilen geçirýäris. Soňra 2–3 çyzygyň uzynlygyny ädimläp ölçeyäris. Alnan netijäni planyň masştabynda alyp goýup, 3-nji nokadyň ýagdaýyny planşetde taparys. Galan nokatlaryň planşetdäki ýagdaýyny ýokarda bellenişi ýaly alýarys. 6-njy nokadyň ýagdaýyny planşetde tapanymyzdan soňra ýene-de 1-nji nokadyň ýagdaýyny planşetde taparys. Planşetde tapylan 1-nji nokadyň ýagdaýy biri-birine gabat gelmeýär. Netijede, ýalňşlyk alynýar. Gabat gelmedik tapawudy ölçemek bilen ýörelgede goýberilen ýalňşlygyň mukdaryny alarys. Tapylan ýalňşlygy ýörelgäniň uzynlygyna proporsional paýlaýarys we düzedilen ýörelgäni alýarys.



6.14-nji surat. Ýer üstüniň yönekeý plany

Berlen ýeriň sudurly keşbini surata almak üçin ýokarda bellenen usullary ulanmak bilen surata düşürmek bolar. Her bir stansiýadan sudurly nokatlara tarap ugurlary nyşanalaýjy çyzgyjyň 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 ýerine ýetirip, plany beze-me işini geçirýäris. Ýer üstüniň plany tuşda bezelýär.

Gözçeni bilen plany almakda elde görerilýän *uzaklykölçeýji, eklimetr, eker, gol niweliri we kompas* ýaly gurallardan giňden peýdalanmak bolar. Bu surata alma **ýaryminstrumental plan alynmagy** diýilýär (6.14-nji surat).

## 6.2. Teodolit planyny almak

### 6.2.1. Umumy düşünje

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

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

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

1. Planda ýer üstüniň relýefi proyektirlenilen bolsa, onda oňa **wertikal** ýa-da başgaça aýdylanda, **niwelir plany** diýilýär. Niwelirlenmegiň netijesinde ýeriň üstündäki nokatlaryň beýgelmegi we absolyut ýa-da otnositel beýiklikler kesgitlenilýär. Netijede, ýeriň üstündäki çyzygyň profili hem-de relýefi, gorizontallar bilen proyektirlenilen plany alynýar.

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

Topografiki plan almak, öz gezeginde, *instrumental we fototopografiki* plany almak diýen toparlara bölünýär. *Instrumental plan almak* işledilýän guralyň ady bilen manydaşdyr. Meselem, topografiki plany

almakda gorizontaal we wertikal burçlary ölçeyän *gural-taheometr* işledilse, *taheometriki plany* almak, eger-de gorizontaal burçlary grafiki usulda çyzýan we wertikal burçlary ölçeyän *gural-kipregel* işledilse, onda **menzula bilen plan almak** diýlip aýdylýar. Taheometr we menzula toplumy bilen plany almak kiçiräk ýer böleginiň uly masştably topografiki kartasyny ýa-da planyny düzmekde peýdalanylýar.

*Fototopografiki plany almak* hem öz gezeginde, ýerde geçirilýän *fototopografiki* hem-de *aerofototopografiki plan almaga* bölünýär. Fototopografiki plan almaga iş ýüzünde **sterofototopografiki plany almak** hem diýilýär. Munda fotoapparat bilen teodolitiň birikmesinden ybarat bolan *gural-fototeodolit* işledilýär. Plany almakda fotoapparat bilen ýeriň üsti surata alynýar, teodolit bilen bolsa gorizontaal we wertikal burçlar ölçenilýär. Alnan suratlar we ölçegleriň netijeleri fotogrammetriki usulda 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 sebitleri surata almakda peýdalanylýar. Şu usul, adatça, ýol gurluşygynda, gazylyp alynýan peýdaly baýlyklary gözlemekde, süýşýän çägeli ýerlerde, çägäniň göwrümini kesgitlemekde we ş.m. giňden ulanylýar.

Aerofototopografiki planyň materiallary (aerosuratlar) täzedan işlenilip topografiki karta ýa-da plan düzülýär. Topografiki planyň maglumatlarynyň köp bölegi kärhanada işlenilýär, şeýle bolanda iş wagty hem gysgaldylýar. Şonuň üçin topografiki kartany düzmegiň aerofototopografiki usulynda iş tiz ýerine ýetmek bilen az wagt sarp edilýär. Beýleki usullary ulanmagyň kyn ýerlerinde (batgalyklarda, çöllük ýerlerde, daglyk sebitlerde we ş.m.) bu usuly ulanmak örän amatlydyr. Häzirki wagtda uly ýeriň çäginin topografiki kartalary aerofototopografiki usulda düzülýär. Aerofototopografiki 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 hem zerurdyr.

Plan almak işi ylmy we tehniki taýdan işlenilip çykarylan maksatnamalara we görkezmelere esaslanýlar. Maksatnamalarda we görkezmelerde plan almagyň tertibi, geçirilişi we usulyýeti hem-de düzülýän kartanyň ýa-da planyň mazmuny, şeýle hem onuň maksady görkezilýär.

Umumy döwlet ähmiýetine eýe bolan topografiki kartalar we planlar *Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň 5-nji kärhanasy (uprawleniýesi)* tarapyndan işlenilip taýýarlanylýan görkezme we gollanmalara baglylykda alynýar. Şular ýaly plan almak ýurdumyzyň halk hojalyk ätiýaçlygy üçin gerek bolýar. Ol ylmy taýdan işlenilip çykarylan maksatnama esaslanyp, Diýarymyzyň çäginiň dürli masştabdaky topografiki kartalaryny düzmek zerurdyr.

Käbir edaranyň görkezmesine we gollanmasyna baglylykda, plan almak hem geçirilýär. Şular ýaly plan almak kiçi ýeriň çäginiň uly masştably planyny düzmek üçin geçirilýär. Bu kärhanalaryň görkezmeleri we gollanmalary *Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň 5-nji kärhanasy* tarapyndan tassyklanylýar.

Plan almagyň tory surata almak esasly torlaryň punktlaryna berkidilýär. Ululygy *25 gektara* çenli meýdan çäginiň planyny almakda, şonuň ýaly-da ikinji derejeli ähmiýete eýe bolan inženerçilik-geodeziýa işlerinde plany almagyň torlarynyň yönekeý torlar görnüşinde gurulmagy mümkindir.

Plan almagyň torlary ýer üstüniň çylşyrymlylygyna hem-de plan almagyň torunyň nähili maksat bilen gurulýanlygyna seredilip 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 ölçenilenden soňra ýerlerde plan almagyň torlary *geodeziki kesişdirme, dörtburçluk* we beýleki usullarda alnyp barylýar.

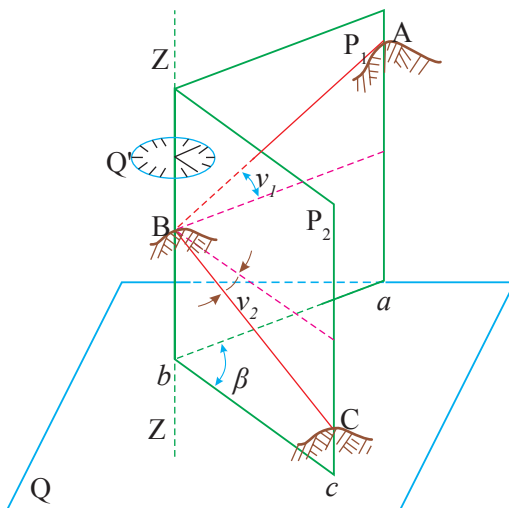
Teodolit ýörelgesiniň we analitiki torlaryň punktlarynyň koordinatalary ýerdäki burçlary we aralyklary ölçemegiň netijelerine esaslanyp hasaplanylýp çykarylýar. Plany almagyň torunyň punktlarynyň ýerdäki ýagdaýynyň grafiki usullarda hem kesgitlenilmegi mümkindir. Daýanç punktlarynyň ýagdaýyny kesgitlemegiň grafiki usulyna *geometriki torlary we menzula ýörelgesini* geçirmek degişlidir. Bu hem, öz gezeginde, meýdan çäginiň planyny almak işleriniň görnüşleriniň bir bölegi hasaplanylýar. Şonuň üçin geometriki tor we menzula ýörelgesi hakyndaky maglumatlar menzula toplumy; fototriangulýasiýa baradaky maglumatlar bolsa aerofototopografiýa usulynda plan almak babynda berlidir.



Teodolit ýörelgesi hem *analitiki torlara* esaslanylyp, ýer üstüni plana almakda däl-de, eýsem dürli inženerçilik-geodeziýa işlerinde, meselem, dürli-dürli ymaratlaryň taslamalaryny düzmek maksady bilen alnyp barylýan barlag işlerinde hem-de binalary gurmakda, derýa suwlarynyň akymynyň işini kesgitlemekde, şeýle hem daýhan birleşikleriniň we beýleki hojalyklaryň araçäklerini belgilemekde, geologiki, geografiki, geomorfologiki işlerde, ýol gurluşygynda we beýleki gurulýan binalarda hem geçirilýär.

## 6.2.2. Ýerde burçlary ölçemegiň prinsipi. Teodolit

Ýerde geodeziki işleri geçirmekde gorizontal we wertikal burçlary ölçemek gerek bolýar. Gorizontal burçy ölçemegiň prinsipi-ne seredip geçeliň (6.15-nji surat).  $Z$  nokatda gorizontal  $Q$  tekizligi geçireliň,  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň ugry  $ZZ$  wertikal çyzykdan geçýän  $P_1$  we  $P_2$  wertikal tekizlikleriň kömegi bilen  $Q$  tekizlige proyektirlense, gorizontal we wertikal tekizlikleriň özara kesişmegi netijesinde  $ab$  bilen  $bc$  çyzyklar döreyär. Bu çyzyklaryň arasynda gorizontal burçy belgileýäris.



6.15-nji surat. Gorizontal burçy ölçemegiň prinsipi

Diýmek, ýerdäki bir nokatdan çykan iki ugruň, ýagny  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň gorizonta  $P$  tekizlikdäki proyeksiýalarynyň arasynda emele gelen *gorizonta* burçdur. Bu burçuň bahasyny ölçemek üçin merkezi burçuň depesindäki ( $Z$ ) wertikal çyzyga ( $ZZ$ ) graduslara we minutlara bölünen *tegelek - limb* ornaşdyrylan diýip pikir edeliň. Tegelekde gorizonta burçy emele getirýän  $bc$  we  $ba$  taraplaryň arasyndaky duga ( $ca$ ), başlangyç  $c$  hem-de ahyrky  $a$  nokatlar belgilenilen wertikal tekizlikler hem gerekdir. Bu wertikal tekizliklere **nyşanalajjy tekizlikler** diýilýär. Burç ölçeyän gurallarda nyşanalamagyň wezipesini görüş trubasy ýerine ýetirýär. Görüş trubasynyň limbiniň üstüne onuň merkezinden geçen okda aýlanýan alidadanyň tegelegi goýulýar. Alidadanyň, gorizonta burçuň bahasyny görkeziji duganyň ( $bc$ ) başlangyç  $c$  we ahyrky  $a$  nokatларыny belgileýän sazlaýjylar bar. Bu sazlaýjy hasaply bölek görnüşinde bolup, oňa **wernýer** diýlip aýdylýar.

Ýeriň üstünde gorizonta burçy ölçemekde işledilýän gural aşakdaky esasy böleklerden: gorizonta burçuň proyeksiýasyny döredýän *limbden*, burçuň ugruny belgilemek üçin hyzmat edýän *görüş trubasyndan* hem-de limbiň merkezinden aýlanýan tegelek - *alidada*dan ybarat. Ine, şular ýaly gurallar toplumy **teodolit** diýlip atlandyrylýar. Teodolit nokada ştatiw we asma ýükjagazyň kömegi bilen ornaşdyrylýar. Teodolitiň bölekleriniň biri-birine baglylykda nähili dogry ornaşdyrylandygy uroweniň kömegi bilen barlanylýar.

Berlen nokadyň ýeriň tebigy üstündäki beýikligini tapmak üçin, köplenç, ýerde wertikal burçy ölçemek dogry gelýär. Wertikal burça **ýapgytlyk burçy** hem diýilýär. *Ýapgytlyk burçy* bu ýerde  $AB$  çyzyk bilen okuň gorizonta proyeksiýasynyň, ýagny *Ab-niň* arasynda emele gelen burçdur. Ýapgytlyk burçy gorizonta tekizlikden ( $P$ ) ýokarda bolsa *goşmak* (+), eger-de aşakda ýerleşen bolsa *aýyrmak* (-) bolýar.

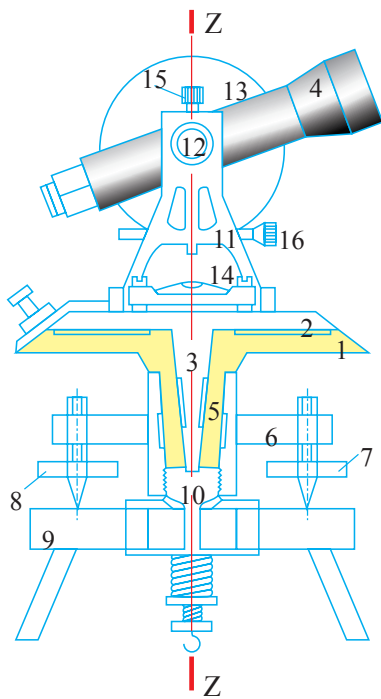
Ýapgytlyk burçlaryny ölçemek üçin teodolitiň görüş trubasynyň ýanyna dikleýin wertikal tegelek ornaşdyrylýar. Wertikal tegelegi silindrik uroweni uzaklykölçeýji we *oriýentir - bussol* bilen üpjün edilen teodolite **taheometr** diýlip aýdylýar.

Teodolitiň esasy bölekleri düzülişine we ýerine ýetirýän işine seredilip, *ornaşdyryjy* we *işçi* böleklere bölünýär. *Görüş trubasy, limb, alidada, optiki mikroskopy (hasap almak üçin gurluş) teodolitiň işçi bölegi; ştatiw, asma ýükjagazy, oriýentir, metal goýgujy we oriýentir - bussol* bolsa *ornaşdyryş bölekleri bolup hyzmat edýär.*

Teodolitiň limbi (1) we alidasy (2) gorizontel tegelegi döredýär (6.16-njy surat). Alidadanyň aýlanýan okuna *guralyň aýlanma oky* (3) diýlip, bu ok limbiň okuna (4), limbiň oky bolsa metal goýgujyň (5) wtulkasy-na girip durýar. Teodoliti ştatiwe ornaşdyrmak üçin ştatiwiň depesinde goýlan nurbatdan peýdalanylýar. Ornaşdyryjy nurbatyň ujunda ilgiji (9) bar. Guraly nokatda merkezleşdirmek üçin hyzmat edýän asma ýükjagaz (10) ilgije asylýar. Teodolitiň görüş trubasy (11) gorizontel okuň (12) kömegi bilen alidadanyň daýanjyna (13) ornaşdyrylýar. Wertikal tegelek dik ýerleşen limb bilen alidadan ybarat. Onuň limbi görüş trubasy bilen bilelikde aýlanýar. Görüş trubasyny gorizontel okuň töwereginde, wertikal tegelekde  $180^\circ$  aýlandyrmak mümkindir. Muňa **görüň trubasyny zenit boýunça aýlandyrmak** diýilýär.

Görüň trubasyndaky berkidiji (14) we öwrüji (15) nurbatlary oka berkidip goýmak we wertikal ugurda ýuwaşja aýlandyrmak üçin hyzmat edýär. Şular ýaly nurbatlar (16 we 17) gorizontel tegelegiň limbinde hem-de alidadasynda hem bardyr. Nurbatlaryň alnyşy teodolitleriň görnüşlerine we takyklygyna baglydyr. Limbiň tekizligini gorizontel, şeýle hem guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek üçin tehniki we takyk teodolitlerde bir urowen, ýokary takykly teodolitlerde bolsa biri-birine perpendikulýar edilip iki urowen ulanylýar. Limbiň we alidadanyň hasaply bölegini ulaltmak maksadynda (wertikal we gorizontel tegeleklerden hasaplary almak üçin), häzirkî zaman teodolitlerinde *optiki mikroskoplar* ulanylýar.

Urgudan we çaňdan goramak üçin teodolitiň esasy bölekleri gaplar bilen ýapylandyr. İşledilmedik wagtynda ýa-da bir ýerden ikinji ýere göçürilende teodolit ýörite guta ýa-da gaba ýerleşdirilýär.



6.16-njy surat. Teodolitiň gurluşy

### 6.2.3. Teodolitiň ornaşdyrylýş bölekleri

**Ştatiw.** Ştatiw 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. Nurbatlary towlap ştatiwiň aýaklaryny özgertmek, ýagny ony uzaltmak we gysgaltmak bolar. Ştatiwiň aýaklaryna ötgür demir galpaklar geýdirilendir. Galpaklarda ştatiwiň aýaklary ýere dürtüler ýaly diregler bardyr. Ştatiwiň depesiniň ortasy deşikdir, ştatiwi metal goýguja berkitmekde guralyň birikdiriji nurbaty şol deşiğe towlanyp girizilýär (6.17-nji surat).



6.17-nji surat. Ştatiwiň görnüşleri

**Asma ýükjagaz.** Asma ýükjagaz teodoliti nokatda merkezleşdirmek, ýagny onuň aýlanma okuny ýerdäki nokadyň merkezine dogrulamak üçin hyzmat edýär. Ýükjagazyň agramy *100–150 gramdan* ybarat bolup, ýiti uçly *1–1,5 metr* ýüpli serişdedir. Teodolitiň aýlanma okuny nokada merkezleşdirmek üçin asma ýükjagaz ştatiwiň depesinde ornaşdyrylan nurbatyň ilgijine asylýar.

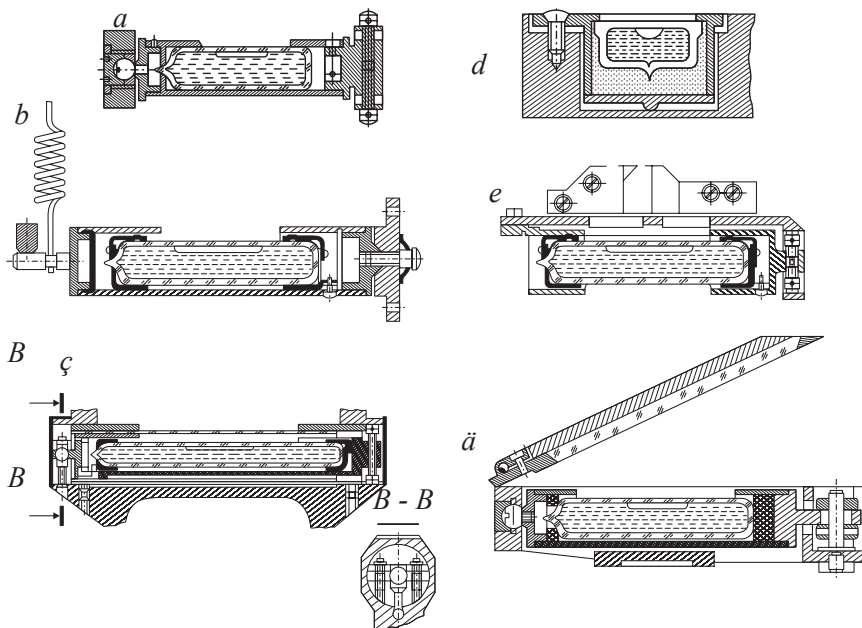
**Metal goýguç (metal podstawka).** Metal goýguç teodolitiň işçi bölegini ştatiwe birleşdirýär. Onuň teodolite goşulan ýa-da aýratyn

ýasalan bolmagy mümkindir. Teodolitiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýyna getirmek üçin metal goýgujyň üç sany görteriji nurbatlaryndan peýdalanylýar (6.18-nji surat).



6.18-nji surat. Metal goýgujalaryň dürli görnüşleri

**Urowen.** Urowen (6.19-njy surat) geodeziýa gurallarynyň oklaryny gorizontaly we wertikal ýagdaýa getirmek hem-de işleýän wagtynda gurallaryň ýagdaýyny görkezmek üçin ulanylýar.



6.19-njy surat. Teodolitlerde ulanylýan urowenler

Urowenleriň konstruksiýasy:

- a* – T30, 2T30 teodolitleriniň uroweni; *b* – 2T2, 2T2A, 3T2KA teodolitleriniň gorizontaly tegelekleriniň urowenleri (alidadalary); *ç* – nakladly nurbat; *d* – tegelek, 3T2KP, 3T2KA, 3T5KP teodolitleri; *e* – 2T2, 2T2A teodolitleriniň alidadasy; *ä* – turbadaky urowenler

Anyk uroweniň kömegi bilen ýapgytlyk burçlaryny ölçemek hem mümkindir. Urowenler silindrik we tegelek görnüşli bolýar. Silindrik urowen metal gaply bolup, onuň korpusynyň içinde çüýşe naýça bardyr. Çüýşe naýçanyň içine *etil*, *efir* ýa-da *etil spirti* guýulýar.

Uroweniň hasap böleginiň bir kesiminiň burç ululygyna ( $2\text{ mm}$ ) onuň **bölek bahasy** diýilýär. *Uroweniň bölek bahasy* geodeziki gurallarda, aýratyn hem,  $1'$ -dan  $0,1''$ -a çenli bolýar. Uroweniň böleginiň bahasy ( $r''$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$r'' = \frac{R - L - 180^\circ}{2} \text{ mm-e deňdir.}$$

Bu ýerde:

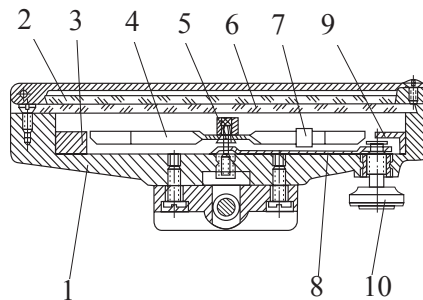
$L$  – uroweniň hasap böleginiň çyzyk uzynlygy;

$R$  – 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 punktadan iki bölek geçse, oky gorizont tekizlige baglylykda  $2 \times 30'' = 60''$  gyşaran bolýar.

**Oriýentir-bussol** (6.20-nji surat). Oriýentir-bussol teodolitiň gorizont tegeleginiň limbini magnit meridiany boýunça ugrukdyrmak üçin niýetlenilendir. Onuň gurluşy *bussolyň korpusyndan, magnit dilini berkidiji nurbatdan, wernýerden we magnit dilinden* ybarat. Ol teodolitiň wertikal sütünine (kolonnasyna) berkidilýär.



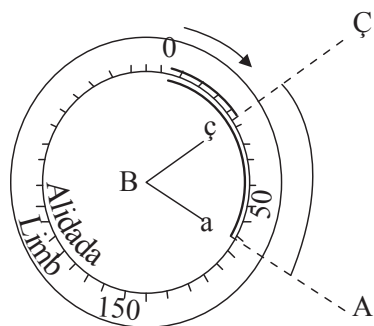
**6.20-nji surat.** Oriýentir – bussol:

- 1 – korpus; 2 – bussolyň aýnasy; 3 – berkidiji şarnir; 4 – magnit dili;  
 5 – magnit dilini saklaýjy çüýjagaz; 6 – bussolyň üstki aýnasy; 7 – magnit dilini deňagramlaşdyryjy; 8 – hasap halkasy; 9 – magnit dilini göteriji burulma;  
 10 – magnit dilini berkidiji nurbat

Teodoliti oriýentirlemekde gorizontaly tegelegiň limbiniň noly bilen alidadanyň noly gabat getirilip, limbiň berkidilen ýagdaýynda teodoliti aýlamak bilen demirgazyk ugru tapylýar we limb berkidilýär. Soňra alidadanyň berkidiji nurbatyny boşatmak bilen, onuň görüş trubasy çyzygyň ahyryndaky çelgä ugrukdyrylyp, optiki mikroskopyň gorizontalyndan hasap alynýar. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.

### 6.2.4. Teodolitiň içşi bölekleri

**Limb.** Limb (6.21-nji surat) metaldan ýa-da çüýşeden (aýnadan) taýýarlanyp bilner. Metal limb magnitsizlenen demirden ýa-da galaýy-bürünç görmüşli disk ýa-da kümüş-mis garyndysyndan ýasalan halkadyr. Limbiň diametri 46-270 mm aralygynda bolýar. Metal we aýna limbiň daş-töwreginiň 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  $1^\circ$ -a çenli aralyklarda bolýar. Limbiň bölekleriniň her  $10^\circ$ ,  $5^\circ$  ýa-da  $1^\circ$  bahasy sagat diliniň ugruna  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a çenli sanlar bilen belgilenendir. Limbiň bölek bahasyndan peýdalanyň, onuň böleginiň bahasyny tapmak bolar.



6.21-nji surat. Teodolitiň gorizontaly tegelegi

**Alidada.** Alidada (6.21-nji surat) tegelekden ybarat bolup, onuň aýlanma oky limbiň wtulkasynyň içine girip durýar. Onuň diametral *gapma-garşylykly* ugrunda  $0^\circ$  bilen belgilenen görkeziji bölek çyzylandyr. Gorizontaly we wertikal burçlary ölçemekde burçlar teodolitiň gorizontaly, wertikal tegeleklerine teswirlenilýär. Limbden alidadanyň görkezijisiniň kömegi bilen çemeleşilip, 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 (6.22-nji surat) limbden hasap almagyň takyklygyny artdyrmak maksady bilen, alidadada çyzylan hasaply bölekdir. Limbiň we alidadanyň bölekleriniň bahalaryny aşakdaky formula boýunça tapmak bolar:

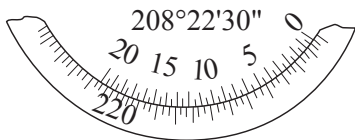
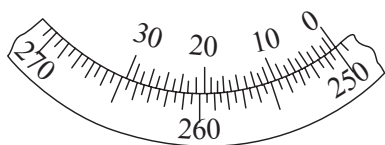
$$t = \frac{l}{n - 1}.$$

Bu ýerde:

$l$  – limbiň böleginiň bahasy;

$n$  – alidadaky hasaply bölekleriň bahasy;

$t$  – wernýeriň takyklygy.



6.22-nji surat. Teodolitiň wernýeri

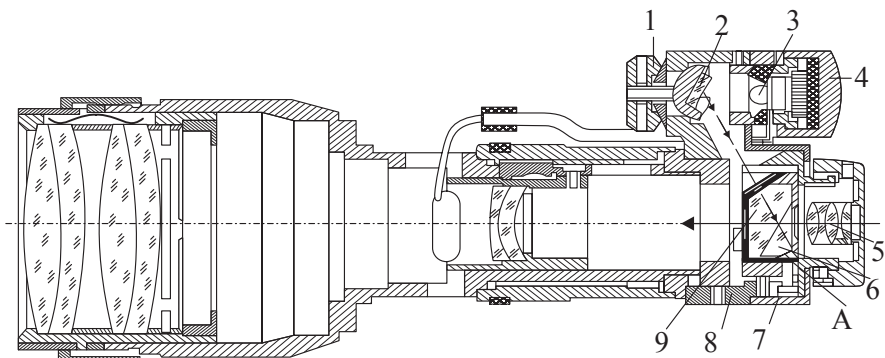
Limbiň we wernýeriň bölekleriniň bahalaryny ýonekeý göz bilen görmek kyn bolýar. Şonuň üçin limbden we wernýerden hasaplary alar ýaly lupadan ýa-da optiki mikroskopdan peýdalanmak has-da oňalydyr. Wernýer metal limbli teodolitlerde ulanylýar. Bu teodolitler häzirki wagtda önümçilikden doly galdy diýen ýalydyr. Limbi aýnadan ýasalan optiki teodolitlerde limbiň bahasyny görkezmek we

hasaplary almak maksady bilen, ýörite (mahsus) hasap almak üçin gurluşy *ştrihli ýa-da şkalaly* mikroskoplar ulanylýar.

**Görüş trubasy.** Görüş trubasy (6.23-nji surat) geodeziýa guralynyň esasy işçi bölekleriniň biri bolup, ol görünýän nokady anyk wizirlemek (nyşanalamak) üçin hyzmat edýär. Görüş trubasy iki sany optiki sistemadan: obýektiw ( $u_1$ ) we okulýar ( $u_2$ ) silindr görnüşli metal trubalaryň içine ýerleşdirilen. Şonuň üçin hem bu trubalar **obýektiw we okulýar** trubalar hem diýlip atlandyrylýar. Okulýar trubanyň linzasy, okulýaryň aşagyndaky **diafragma** diýip atlandyrylýan çüýşe



plastinkaly, halka sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen birleşdirilýär. Çüýşe plastinka sapakly ýüpjagazlaryň torý çyzylandyr. Sapaklar torunda gorizontel we wertikal *çyzyk - nyşanalaýjy* çyzyklar, çetki iki gorizontel çyzyk bolsa sapakly uzaklykölçeýjiniň çyzyklary bolup durýar. Sapaklar torunyň açyk-aýdyň görünmegini üpjün etmek maksady bilen okulýar trubany geregiçe aýlandyrýars. Sapaklaryň kesişen esasy nokady we obýektiwiň optiki merkezi arkaly geçen çyzyga **teodolitiň nyşanalaýjy oky** diýilýär.



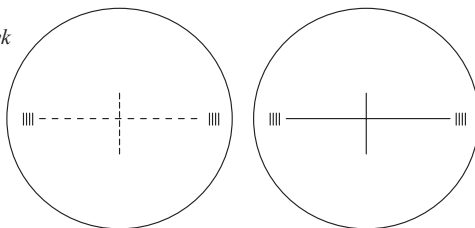
**2 T2KA teodolitiňiň görüň trubasy (kesimi):**

1 – ýagtylandyryjy aýnanyň nurbaty;  
 2 – ýagtylandyryjynyň aýnasy; 3 – ýagtylyk  
 çeşmesi; 4 – gapajyk; 5 – okulýar;  
 6 – prizmanyň blogy; 7 – oboýma;  
 8 – okulýaryň korpusy; 9 – prizma.

**2T2A (2T2KP) teodolitiňiň**

**sapaklar torý:**

a – nyşana seretdirilmezden öň;  
 b – nyşana seretdirilenden soň



**6.23-nji surat. 2T5KA teodolitiňiň görüň trubasy**

Häzirki wagtda görüň trubalary içinden fokusirlenilýän teodolitler işlenilip çykarylýar. Bu görüň trubasynda obýektiw bilen sapaklar torý diafragmanyň arasynda linzaly truba ýerleşdirilendir. Fokusirleýji linzaly obýektiwe **teleobýektiw** diýilýär. Fokusirleýji linzany iki tarapa süýşürmek ýoly bilen teleobýektiwiň fokus aralygy özgerdilýär. Netijede, seredilýän obýektleriň aýdyň we gowy şekili görünýär.

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

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

Bu ýerde:

$f_1$  – 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: *ýönekeý we gaýtalanýan* ýaly toparlara bölünýärler. *Ýönekeý (sada) teodolitler* metal goýgujyna aýlanmaz (bilelikde) ýaly berkidilýär. Teodolit metal goýgujyna baglylykda dürli ugurlara aýlanýan bolsa, onda bu *gaýtalanýan teodolit* bolýar. *Gaýtalanýan teodolitler* bilen gorizental burçlary limbiň dürli ýagdaýynda ölçemek we takyk netijäni almak bolar. Ýönekeý teodolitler bilen gorizental burçlary limbiň islendik ýerinde ölçemek mümkinçiligi bolmaýar. Olarda sag we çep gorizental tegeleklerden alnan hasaplar  $180^\circ$  tapawut edýär. Soňky ýyllarda işlenilip çykarylýan teodolitleriň ählisi *gaýtalanýan teodolitler*dir.

Teodolitleriň metal ýa-da aýna limbli görnüşleri bolýar. Aýna limbli teodolitlerde optiki mikroskoplar bardyr. Hasaby amatly almak üçin mikroskop görüş trubasynyň okulýarynyň ýanynda ýerleşdirilendir. Olar metal limbli teodolitlere garanynda ykjamdyr, ýeňildir hem-de işledilişi oňalydyr. Optiki teodolitleriň mikroskoplary limbden takyk sanlary almaga ýardam berýär.

Takyklygy boýunça teodolitler: *ýokary, takyk we tehniki takykly* ýaly toparlara bölünýärler. Gorizental burçlary *ýokary takykly teodolitler* bilen ölçemekde orta kwadrat ýalňyşlyklar  $0,5''$ -dan  $1''$ -a çenli aralykda bolýar. Bu teodolitlerden *T-05, T1* we ş.m. bellemek bolar.

*Takyk teodolitleriň* kömegi bilen berlen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy  $2''$ -dan  $5''$ -a çenli aralyklarda bolýar. Bu teodo-

litlerden *3T2KII*, *3T5KII*, *2T2KII*, *2T5KII*, *2T2*, *T2,T5*, *2T5* we ş.m. bellemek bolar.

*Tehniki takykly teodolitleriň* kömegi bilen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy *10"-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, tejribe-barlag şertlerinde *2T2KII* teodoliti bilen gorizantal burçlary  $\pm 2''$ , wertikal burçlary bolsa  $\pm 5''$  takyklykda, *2T10KII* teodoliti bilen gorizantal burçlary  $\pm 10''$ , wertikal burçlary bolsa  $\pm 15''$  takyklykda ölçäp bolýanlygy kesgitlenildi.

### 6.2.6. Optiki we elektron teodolitler

Häzirki zaman optiki teodolitleriniň limbi aýnadan ýasalandyr. Olaryň görüş trubalary içinden fokusirlenýär. Gorizantal we wertikal tegeleklerden hasaplary almak üçin görüş trubasynyň okulýarynyň ýanyna mahsus mikroskop ornaşdyrylandyr. Mikroskopdan seredilende indeks bölekli çüýşe plastinkada gorizantal we wertikal tegelekleriň bir bölegi görünýär. Bu bolsa gorizantal we wertikal tegeleklerden hasaplary almagy birazrak aňsatlaşdyrýar. Tehniki takykly teodolitleriň esasy görnüşleri bilen tanyş bolalyň:

**TOM teodoliti.** *TOM* optiki teodolit bolup, ol tehniki teodolitler toparyna degişlidir. Bu gural kiçijik göwrümlü gaýtalanýan teodolittir we gorizantal burçlary  $30''$  takyklykda ölçemäge mümkinçilik berýär. *TOM* teodoliti ýer üstüniň planyny düzmekde, dürli görnüşli topografiki surata almagy geçirmekde, inženerçilik-gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar.

Teodolitiň esasy bölekleri ýeňil we çydamly garyndylardan ýasalandyr. *TOM* teodolitiniň görüş trubasy içinden fokusirlenilýär, onuň ulaldyş koeffisiýenti  $18^x$ , mikrometr wintleriň wezipesi görüş trubasyny ýuwaşlyk bilen götermek we düşürmek hem-de okulýary zenit arkaly aýlamak bolýar. Trubanyň nyşanalaýjy okuny gorizon-

tal ýagdaýa getirmek maksady bilen trubanyň üstündäki urowenden peýdalanmak bolar. Şonuň üçin bu teodoliti nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitlemekde niwelir görnüşinde peýdalanmak bolýar. Teodolitiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek üçin gorizontal tegelegiň üstünde wertikal tegelegiň tekizligine parallel edilip urowen ornaşdyrylýar. Teodolit bilen wertikal burçlary ölçemekde şu urowenden peýdalanmak bolar.

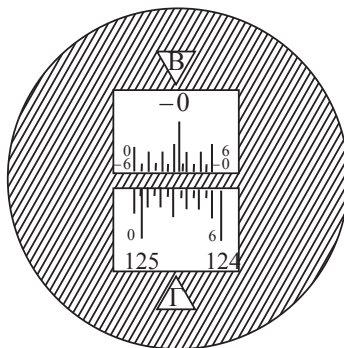
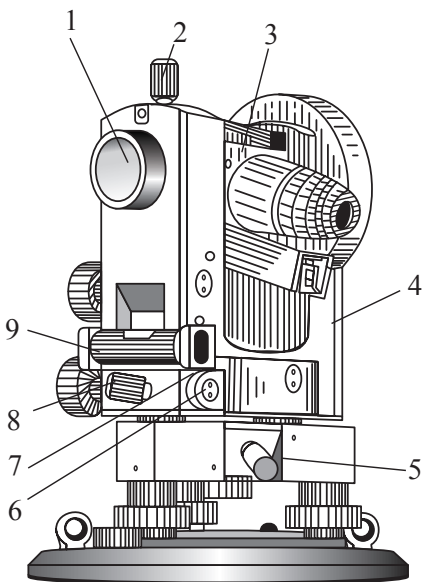
*TOM* teodolitiniň bussoly görüş trubasynyň kolonnasyna ýerleşdirilip, ugurlaryň magnit azimutyny ölçemek, şeýle hem magnit meridianynyň ugruny tapmak hem bolýar. Bu ýagdaýda bussol wertikal tegelege ornaşdyrylýar. Limbiň bölegi 1/10-a bölünip, ondan hasaplar gözçeni bilen çemeleşilip  $1'$  takyklykda alynýar.

***OTM-30* teodoliti.** Bu teodolitde görüş trubasynyň nyşanalaýjy oky mahsus kompensatoryň kömegi bilen awtomatiki ýagdaýda gorizontallaşdyrylýar. Teodolitiň aýlanma oky tegelek uroweniň kömegi bilen wertikal ýagdaýyna getirilýär.

*OTM-30* teodolitiniň gorizontal we wertikal tegelekleri aýnadan ýasalan bolup, onuň diametri 80 millimetrdir. Limbiň bölekleriniň bahasy  $1^\circ$ -a deňdir. Her bir gradus bölegi minut böleklerine bölünip görkezilýär. Tegelekleriň bir bölegi hasap alyş mikroskopyndan görnüp durýar. Teodolitiň aýlanma okunyň wertikal ýagdaýynda şu tegelekleriň täsirinde mikroskopyň hasaply böleginiň bissektorynyň içinde üstme-üst düşürilýär. Bu tegelekleriň biri-birinden gýşarmasy teodolitiň aýlanma okunyň wertikal ýagdaýyndan gýşarmasyny görkezýär. Şu ýagdaýda teodolitiň aýlanma oky silindrik uroweniň we metal goýgujyň göteriji nurbatlarynyň kömegi bilen dogrulanlyýar. Mikroskopyň okulýary görüş trubasynyň okulýarynyň ýanyna ornaşdyrylandyr. Görüş trubasy içinden fokusirlenilýär we onuň ulaldyş koeffisiýenti  $18\times$  barabardyr. Berkidiji we mikrometr nurbatlary wertikal tegelekde we gorizontal tegelegiň limbinde, alidadada hem bardyr. Mikroskopyň hasaply bölegi 60 bölege bölünip, ölçegiň bahasy  $1'$ -a deňdir. Bu hasaply bölekden gözçeni bilen çemeleşip,  $0,2'$  takyklykdaky hasaby almak bolar.

OTM-30 teodoliti bilen gijelerine işlemek üçin limbiň we mikroskopyň hasaply bölekleri teodolitdäki çyra bilen ýagtylandyrylýar.

**2T30II teodoliti.** Bu teodolit (6.24-nji surat) kiçi göwrümlü optiki teodolit bolup, onuň kömegi bilen gorizonta we wertikal burçlary 30"-lyk takyklyk bilen ölçemek bolar. Teodoliti merkezleşdirmegi wertikal ýerleşdirilen görüş trubasynyň kömegi bilen amala aşyrmak bolar. Teodolitiň görüş trubasynda optiki nyşanalajjysy bar. Wertikal tegelekde silindrik urowen bardyr. Şonuň üçin wertikal tegelegiň limbinden hasap almazdan öňürti, gorizonta tegelegiň silindrik uroweniniň nol punkty metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň kömegi bilen orta getirilip hasap alynýar. Bu teodolitiň komplektine *oriýentir – bussol* we uly ýapgytlyk burçlarda nyşanalamak üçin *okulyar geýdirgiji* girýär.



Mikroskopyň görüş meýdany:

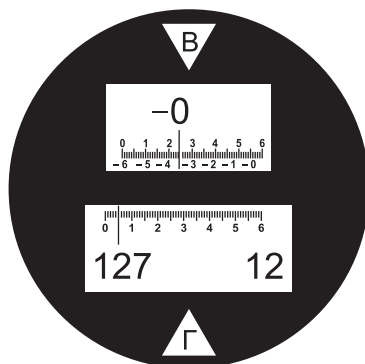
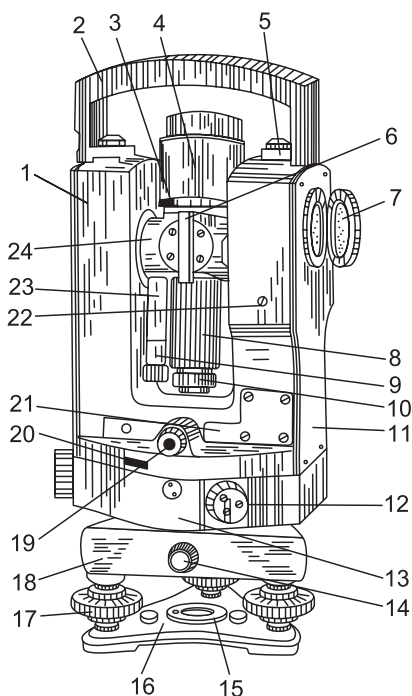
$$G = 125^{\circ}06.6'$$

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

**6.24-nji surat. 2T30II teodoliti:**

- 1 – kramalýer; 2 – trubanyň berkidiji nurbaty; 3 – nyşanajyk;
- 4 – sütünjik; 5 – gorizonta tegelegiň berkidiji nurbaty; 6 – gilza;
- 7 – düzediji nurbat; 8 – alidadanyň berkidiji nurbaty;
- 9 – gorizonta tegelekdäki silindrik urowen

**2T5KII teodoliti.** Bu teodolit (6.25-nji surat) takyk teodolitler toparyna degişlidir. Onuň metal goýgujy aýrylýar (aýratyn görnüşi), ýagny teodolitden aýry ýagdaýda ýasalandyr. Bu bolsa teodolit ýörelgesini (geçelgesini) geçirmekde gorizont burçlary üç ştatiw usulynda ölçemäge mümkinçilik berýär. Teodolit wertikal burçlary ölçemek üçin kompensator bilen üpjün edilendir. Kompensator, öz gezeginde, silindrik uroweniň wezipesini ýerine ýetirýär. Teodolitiň görüş trubasyny ýerdäki obýektlere takmynan gönükdirmek üçin ol niýetlenilen nyşanajyklar bilen üpjün edilendir. Bu teodolit bilen gorizont burçlary  $\pm 5''$  takyklykda ölçemek bolar.



**Mikroskopyň görüş meýdany:**

$$G = 127^{\circ}05.5'$$

$$W = -0^{\circ}34.5'$$

**6.25-nji surat. 2T5KII teodoliti:**

- 1 – sütünjik; 2 – tutguç; 3 – nyşanajyk; 4 – görüş trubasy; 5 – nurbat;  
 6 – nyşanalamagyň kollimatory; 7 – aýna; 8 – kramalýer; 11 – gapdal gapagy;  
 12 – nurbat; 13 – aşaky guty; 14 – goýgujyň berkidiji nurbaty;  
 15 – wtulka; 16 – triggeriň pružini; 17 – göteriji nurbat; 18 – metal goýguç;  
 19 – optiki sentririň okulyary; 20 – agtaryjy tegelegiň illýuminatory;  
 21 – gapak; 22 – nurbat

**3T5KII teodoliti** 2T5KII (6.26-njy surat) teodolitiniň esasynda ýasalandyr. Teodolit taheometriki hem-de I we II derejeli poligonometriki ýörelgeleri geçirmekde, şonuň ýaly-da köpeldilen analitiki torlary gurmakda ulanylýar. Bu teodolitleri dürli masştably topografiki kartalary düzmekde, gidrografiki we dürli görnüşli barlaglary geçirmekde, şäher we inženerçilik poligonometriýany gurmakda we ş.m. ýerlerde giňden ulanmak bolar.

Teodolit bilen bilelikde komplekte magnet azimutyny kesgitlemek üçin niýetlenilen bussol, gün we nyşanalamagyň minimal aralygyny gysgaltmak üçin görüş trubasynyň okulýaryna geýdirmek üçin *geýdirgiç (nasadka)* girizilendir.

Gorizontal we wertikal burçlary ölçeme-giň orta kwadrat ýalňyşlygy 5" baha deňdir.

**T-16 teodoliti.** Bu teodolit (6.27-nji surat) Şweýsariýanyň WILD şirketiniň takyk hasap bölekli teodolitler toparyna degişlidir. Bu teodolit geodeziýada we inženerçilik geodeziýasynda, köpgörnüşli mysallary çözmekde giňden ulanylýar. Guralyň optiki mikroskopynyň hasaply bölegi takyk we ýeňil okalýar. Bu bolsa işleýänlere uly ýeňillikleri döredýär.

Gural amatly optiki asması, wertikal tegelegiň alidadasy, kompensator we mejburi merkezleşdiriji bilen üpjün edilendir. Bu teodolit **DISTOMAT** seriýaly islendik görnüşli ýagtylyk elektron uzaklykölçejýileri bilen kybaplaşdyrylandyr. T-16 teodolitiniň tehniki häsiýetnamasy 6.2.1-nji tablisada berlendir.



6.26-njy surat.  
3T5KII teodoliti



6.27-nji surat.  
«Wild» şirketiniň  
(Şweýsariýa) T-16  
teodoliti

## T-16 teodolitiniň tehniki häsiýetnamasy

Tehniki häsiýetnama	Ululygy
Görüş trubasynyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>
1000 metrde görüş meýdany (m)	27
Nyşanalamagyň iň gysga uzaklygy (m)	1,7
Standart gyşarmasy	3"
360°-da göni hasap	3"
360°-lyk hasaplary bahalandyrmak	3"
Wertikal tegelegiň alidadasynyň kompensatory	Maýatnikli
Işçi diapazon	±2'
Takyklygy	2"
Silindrik uroweniň 2 mm-de duýgurlygy	30"
Agramy: guralyňky (kg)	5,8
gabynyňky (kg)	2,8

**WILD T-1000 teodoliti.** Elektron *WILD T-1000* (6.28-nji surat) teodoliti topografiki we kadastr surata almalary geçirmekde iň gowy hilli we amatly gural bolup, onda burçlary ölçemegiň standart gyşarmasy  $\pm 3''$ -a deňdir. Bu teodolit burçy ölçemegiň absolýut mehanizmi bilen üpjün edilip, elmydama surata almaga taýýardyr. *T-1000* teodolitiniň iki sany modeli bolup, iki tarapda hem perdeli klawiaturasy we indikatory bardyr, şonuň ýaly-da maglumatlary ýazar ýaly gurluş bilen hem üpjün edilendir. Ony «Wild» şereketiniň islendik görnüşli elektron ýagtylyk uzaklykölçeýjileri bilen birleşdirip bolar. Teodolitiň klawiaturasy reňkli ýasalyp, onuň bilen işlemek örän amatlydyr. Bir perdäniň basylmagy bilen burçlaryň we aralyklaryň awtomatiki ölçenilişi barlanylýar.



**6.28-nji surat.** «Wild» şereketiniň T-1000 teodoliti

Elektron *T-1000* teodolitiniň tehniki häsiýetnamasy 6.2.2-nji tablisada berlendir.



## WILD T-1000 teodolitiniň tehniki häsiýetnamasy

Tehniki häsiýetnama	Ululygy
Görüş trubasynyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>
1000 metrde görüş meýdany ( <i>m</i> )	27
Nyşanalamagyň iň gysga uzaklygy ( <i>m</i> )	1,7
Burçuň ölçenilişi	Üznüksiz
Standart gyşarmasy: gorizonta burçlar üçin	3"
vertikal burçlar üçin	3"
Indikasiýa	1'
Wertikal tegelegiň alidadasynyň kompensatory	Maýatnikli
Işçi diapazon	±2'
Takyklygy	±2"
Alidadanyň uroweniniň duýgurlygy, 2 mm-de	30"/2
Iýmit çeşmesi (wolt)	12 w
Agramy: guralyňky ( <i>kg</i> )	4,9
gabynyňky ( <i>kg</i> )	3,9

**Sanly DT-100 teodoliti (6.29-njy surat).**

Teodolit dünýä tejribeliginde ilkinji suw geçirmeýän teodolittir. DT-100 tapgyrly sanly teodolittir. TONCON kompaniýasynyň bu teodoliti göz bilen optiki mikroskopa seredip hasap alynmagyny talap etmeýär. Burçuň ululygyny kesgitlemek üçin onuň depelerine ornaşdyrylan ýerdäki nyşanlara öwürýäris. Şunlukda, monitoryň ýaýlymyndan sany okamak ýeterlikdir. Hasap almakdaky ýalňyşlyk düýbünden aradan aýrylýar we meýdan işleriniň öndürjiligi 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 öndürjiligini has-da ýokarlandyryar.



**6.29-njy surat.**  
DT-100 teodoliti

Häsiýetnamasynyň aýratynlyklary:

- Ygaldan goramagyň derejesi IPX6.
- Burçlary ölçemegiň ýokary takyklygy 2"(DT-101).
- *TOPCON* kompaniýasynyň islendik kysymyndaky ýagtylyk uzaklykölçeýjileri bilen bilelikde ulanylmagy.
- *RS-232C* portunyň üsti bilen berlenleri çykarmak.
- Döwüji okulýarlarynyň, günden gorajyly filtrliriniň, berkidiji kompasynyň we ş.m. köpsanly serişdeleriň bolmagy.

**DT-50 tipli elektron teodoliti** (6.30-njy surat). Bu teodolit özüniň görnüşi, işleýiş prinsipi boýunça döwrüň ajaýyp oýlap tapyşlarynyň biridir. Teodolit düzülen lazer şöhlesiniň kömegi bilen ahyrky nokatlarda duran nyşanalajyjlary awtomatiki ýagdaýda gözläp tapýar. Per-



**6.30-njy surat.**  
**DT-50** elektron  
teodoliti

deleri başlangyç, ahyrky nokatlarda basmak bilen ölçenilýän burçuň, ýer üstüniň elementleriniň mukdaryny kesgitlemek bolar. Burçlary ölçemekte görüş trubasynyň optiki mikroskopyndan hasap almak zerur bolmaýar. Şonuň ýaly-da lazerli elektron teodolitleri *LEICA*, *KERN* we *TONCON* kompaniýalarynyň öndürýän ýagtylyk uzaklykölçeýjileri bilen bilelikde ulanmak bolar.

*LDT50* teodolitiniň hasaplaýyş serişdeleri bilen 0,5 Mb göwrümdäki meýdan ölçegleriniň maglumatlaryny saklaýan disketi bardyr. Bu bolsa, öz gezeginde, ýer üstüniň sanly kartalaryny düzmekde alnan maglumatlary ulanmaga mümkinçilik döredýär.

## 6.2.7. Teodoliti ýustirowka etmek we sazlamak

Teodolitler belli mehaniki, optiki we geometriki talaplara jogap berer ýaly edilip ýasalýar, emma guralyň könelmegi we şikeslenmegi mümkindir. Şonuň üçin teodoliti işletmezden önürti ony synap we

barlap, kemçiliklerini aradan aýryp, tapylan näsazlyklary düzetmek hökmany hasaplanylýar.

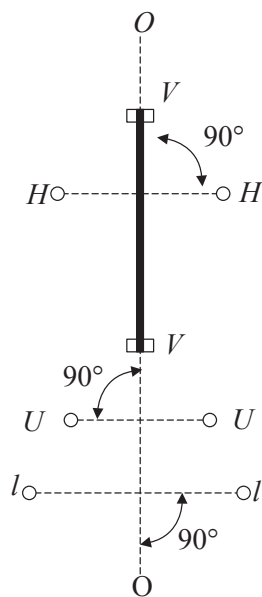
*Teodolti ýustirowka etmek* (*ýustirowka – nemes. justieren – takyk derňemek; latyn. justus – adalatly, dogry*) bilen sazlamagyň arasynda tapawut bardyr. **Ýustirowka** diýlende guralyň aýry bölekleriniň keşbine baha bermäge düşünilýär. Ýustirowka wagtynda teodolitiň aýry bölekleriniň belli talaplara saz gelmegi–gelmezligi we bölekleriň (nurbatlarynyň) sazlaşykly işleýşi, limbiň bölek kesimleriniň dogrulygy, alidadanyň eksentritetiniň ýokdugy, uroweniň düwmesiniň yerinden erkin we mylaýym gozganyşy, görüş trubasynda sudurlaryň (ýerdäki elementleriň) anyk, aýdyň görünüş, sferiki we hromatiki aberrasiýanyň täsiriniň ýoklugy anyklanylýar.

**Teodoliti sazlamak** diýlende, guralyň düzüliş şerti boýunça aýry-aýry bölekleriniň (oklarynyň) arasyndaky özara geometriki arabaglanyşygy geregiňçe düzetmäge düşünilýär. Teodoliti ýustirowka etmezden we sazlamazdan önürti, ony şatiwe berk ornaşdyryp limbiň, alidadanyň, görüş trubasynyň oklarynyň daşynda erkin hem bökdençsiz aýlanar ýaly berkidiji, göteriji, öwürüji nurbatlaryň dogry, erkin tovlanýandygyny anyklamak zerurdyr.

Teodolit sazlanýlanda onuň esasy oklarynyň ýa-da bölekleriniň biri-birine geometriki taýdan dogry ornaşdyrylandygyna üns berilýär. Gaýtalanýan teodolitlerde limbiň oky esasy ok  $O-O$  (6.31-nji surat), görüş trubasynyň aýlanma oky  $H-H$ , nyşanalajy oky  $V-V$ , şeýle hem uroweniň oky  $U-U$  barlagyň şertleri bolup durýar.

Teodoliti sazlamagyň esasy şertleri aşakdakylardan durýar:

1. *Gorizontol tegelekdäki silindrik uroweniň okunyň teodolitiň esasy okuna perpendikulýar* ( $U-U = O-O$ ) bolmagy hökmandyr. Bu şerti aşakdaky ýaly barlamak bolar. Silindrik urowen metal goýguçdaky iki sany göteriji nurbatyň üstünde parallel ýagdaýda



**6.31-nji surat.**  
Teodolitiň esasy oklary

ornaşdyrylýar, nurbatlar gapma-garşylykly taraplarda towlanylýp, uroweniň düwmesi nol punkta (orta) getirilýär. Soňra uroweniň oky başlangyç ugra görä perpendikulýar ýagdaýda goýulýar, ýagny üçünji nurбатыň üstünde goýulýar we şu nurbat burulmak bilen, uroweniň düwmesi nol punkta getirilýär. Soňra işleriň dogry geçirilenligini barlamak maksady bilen, ikinji ugry  $180^\circ$  aýlandyryars. Şu ugurda uroweniň düwmesi nol punktada ýa-da ondan iki bölekden köp gýşarmasa, iş dogry geçirilen hasaplanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň oky teodolitiň aýlanma okuna baglylykda perpendikulýar ornaşdyrylan hasaplanylýar. Eger-de uroweniň düwmesi nol punktadan iki bölekden köp gýşarsa, 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 usuldaky ýaly barlamak işleri geçirilýär we teodolitiň aýlanma okuna perpendikulýarlygy anyklanylýar.

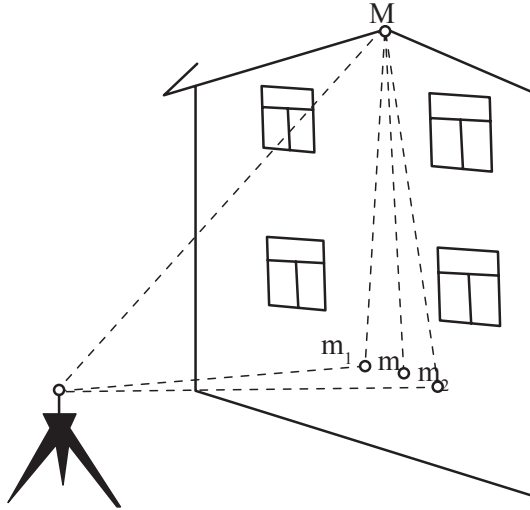
2. *Görüş trubasynyň nyşanalajjy okunyň guralyň aýlanma okuna perpendikulýar ( $V-V = O-O$ ) bolmagy hökmandyr.* Bu şert aşakdaky ýaly barlanylýar, ýagny teodolitiň  $L(R)$  tegeleginde guralyň aýlanma oky wertikal ýagdaýa getirilýär we görüş trubasynyň sapaklar torundaky gorizonta, wertikal sapaklaryň kesişme nokady aýdyň görünýän bir nokada nyşanalanylýar hem-de optiki mikroskopdan (gorizonta tegelekden) hasaby alynýar. Mundan soň görüş trubasy zenit boýunça aýlandyrylýar alidada  $180^\circ$  burça öwrülip, görüş trubasy ýene-de şol nokada nyşanalanylýar. Şunlukda, optiki mikroskopyň  $R(L)$  hasaby alynýar. Alnan hasaplaryň biri-birine deň bolmagy, trubanyň nyşanalajjy okunyň guralyň aýlanma okuna perpendikulýardygyny görkezýär. Hasaplaryň tapawudy mikroskopyň takyklygy 3-e köpeldilenden uly bolsa, ony düzetmek bilen dogrulamak zerurdyr. Şular ýaly baha **kollimasion ýalňyşlyk** diýilýär. Kollimasion ýalňyşlygy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

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

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

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

Bu hasaby alidadanyň öwrüji nurbatynyň kömegi bilen goýýarys. Şu ýagdaýda tordaky sapaklaryň kesişme nokady nyşanalanylýan nokat bilen gabat gelýär. Sapaklaryň kesişýän nokady nurbatlaryň kömegi bilen nyşanalanylýan nokada geçirilýär.



**6.32-nji surat.** Teodolitiň aýry oklarynyň barlanylyşy

3. *Görüş trubasynyň aýlanma okunyň teodolitiň aýlanma okuna perpendikulýar, ýagny  $H-H = O-O$  bolmagy hökmandyr.* Bu şerti barlamak üçin guralyň aýlanma oky wertikal ýagdaýyna getirilýär. Şundan soň tordaky sapaklaryň kesişme nokady – jaýyň diwarynyň iň beýik böleginde ýerleşen bir nokady belleýäris (6.32-nji surat). Soňra trubanyň obýektiwli tarapyny aşak düşürýäris we diwarda  $M$  nokadyň proyeksiýasy bolan  $m_1$  belleýäris. Bu nokady diwarda guralyň beýikligi bilen bir derejede ýerleşmegi bilen bellemek zerurdyr. Soňra görüş trubasyny zenit arkaly  $180^\circ$  öwürüp, ýene-de şol diwardaky nokada nyşanalayarys. 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 biri-biriniň üstüne düşseler, onda gural ýokardaky şerte laýyk diýlip hasaplanylýar.

Eger-de olar biri-birine gabat gelmese, onda görüş trubasynyň aýlanma oky teodolitiň aýlanma okuna perpendikulýar däl hasaplanylýar. Şu näsazlygy aradan aýyrmak üçin  $m_1$  we  $m_2$  nokatlary birleşdirýän çyzygy deň ikä bölýäris we diwarda  $m$  nokady belleýäris. Soňra görüş trubasynyň bir tarapdaky sazlaýjy nurbatyndan birini burup boşadyp, ikinjisini towlap 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 bahasy aşakdaky ýaly 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 hökmandyr.* Bu şerti barlamak üçin guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirýäris. Sapaklaryň kesişme nokady uzakdaky bir nokada dogrulanylýar. Soňra trubanyň aýlanma okunyň daşynda mikrometr nurbatyň kömegi bilen ony ýuwaş-ýuwaşdan aýlandyryp, sapaklar torunyň wertikal çyzygyny nyşanalanylýan nokada gabat getirmeli. Wertikal çyzyk nyşanalanylýan nokady tutsa, onda şertiň ýerine ýetdigi bolar. Eger-de wertikal çyzyk nyşanalanylýan nokady tutmasa, sazlaýjy nurbatlary boşadyp, wertikal çyzyk şert ýerine ýetýänçä süýşürilýär, soňra nurbatlar berkidilýär.

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

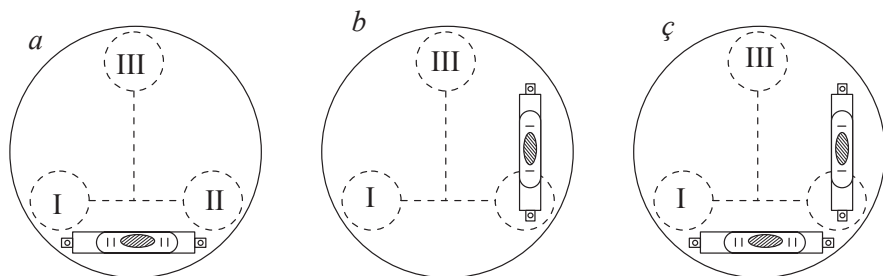
## 6.2.8. Teodoliti iş ýagdaýyna getirmek

Burçy ölçemek üçin teodoliti, ilki bilen, ölçenilýän burçuň depe-sine (nokatda) ornaşdyrmaly, soňra *merkezleşdirmek*, *gorizontallaşdyrmak*, *görüş trubasyny düzetmek* ýaly işleri geçirmeli bolýar. Bu işler şu aşakdaky ýaly alnyp barylýar:

**1. Teodoliti merkezleşdirmek** diýlende guralyň aýlanma okuny ýerdäki nokat bilen gabat getirmäge düşünilýär. Teodoliti merkezleşdirmek üçin ştatiwiň berkidiji nurbatynyň ujuna asma ýükjagaz asylyýar, soňra ştatiw nokadyň üstüne gabat geler ýaly ornaşdyrylýar we ştatiwiň aýaklary ýere dürtülýär. Berkidiji nurbat gowşadylýar we gural ştatiwiň üstünde dürli ugurlara asma ýüküň uýy bilen ýerdäki nokat biri-birine gabat gelýänçä süýşürilýär. Eger-de nokat bilen asma ýükjagaz biri-birine gabat gelen bolsa, onda berkidiji nurbat berkidilýär. Teodolit asma ýükjagazyň kömegi bilen  $\pm 5 \text{ mm}$  takyklykda merkezleşdirilýär. Has takyk merkezleşdirmek maksady bilen ýokary we takyk teodolitlerde optiki sentrirler ulanylýar. Onuň kömegi bilen teodolitiň aýlanma okuny  $\pm 2 \text{ mm}$ -e çenli takyklykda merkezleşdirmek bolar.

**2. Teodoliti gorizontallaşdyrmak** – bu onuň aýlanma okuny asma çyzygyň ugruna parallel ýerleşdirmek hadysasydyr (*6.33-nji surat*). Teodolitiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek (gorizontallaşdyrmak) üçin teodolitiň gorizont tegelegindäki silindrik urowen we metal goýgujyň göteriji nurbatlary peýdalanylýar. Bu işi geçirmek üçin gorizont tegelekdäki silindrik uroweni metal goýguçdaky haýsy hem bolsa iki göteriji nurбатыň ugrunda goýýarys, soňra nurbatlary gapma-garşylykly ugurlarda towlamak (aýlamak) bilen uroweniň düwmesi nol punkta getirilýär. Soňra görüş trubasyny ilkibaşdaky ugra perpendikulýar (onuň  $90^\circ$  aýlandyrylmagy bilen) goýýarys. Şu ýagdaýda uroweniň düwmesi metal goýgujyň diňe üçünji nurбаты burlup, nol punkta getirilýär. Geçirilen işi barlamak maksady bilen görüş trubasy ikinji ugra  $180^\circ$  öwrülende 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 oky wertikal ýagdaýyna gelyänçä, bu işiň birnäçe gezek gaýtalanmagy mümkindir.



6.33-nji surat. Teodolitiň gorizontal ýagdaýa getirilişi

**3. Görüş trubasyny düzetmek işini ýerine ýetirmek üçin** guralyň görüş trubasyny açyk diwara, açyk howaly asmana bakdyryp, trubanyň okulýaryndaky sapaklar torunyň *dury we aýdyň şekilini* okulýaryň öwrüji nurbatyny aýlamak bilen alýarys, şeýle hem görüş trubasyny ýerdäki predmete öwürüp, onuň kramalýerini towlamak bilen ýerdäki predmetiň aýdyň we dury suduryny almak bolýar. Görüş trubasynyň şular ýaly sazlaşdyrylmagyna **fokusirlemek** diýilýär.

**4. Teodoliti oriýentirlemek işi** bussol bilen surata almak geçirilen 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 trubasynyň nyşanalajy okuny bussolyň magnit diliniň noly bilen gabat gelyänçä öwürýäris. Teodoliti has takyk oriýentirlemekde limbiň öwrüji nurbatyndan peýdalanmak bolar. Guraly oriýentirläp limbiň berkidiji nurbatyny berkidýäris we alidadanyň berkidiji nurbatyny bolsa boşadýarys. Şu ýagdaýda görüş trubasyny ýerdäki ugry kesgitlenilýän nokatdaky çelgä öwürüp, teodolitiň optiki mikroskopyndaky gorizontal tegelekden hasaby alýarys. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.

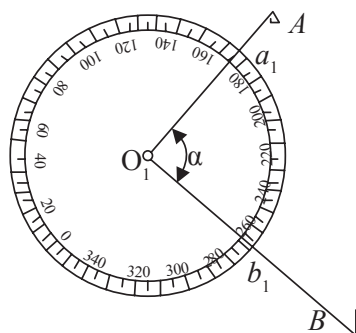


## 6.2.9. Gorizonttal burçlary ölçemek

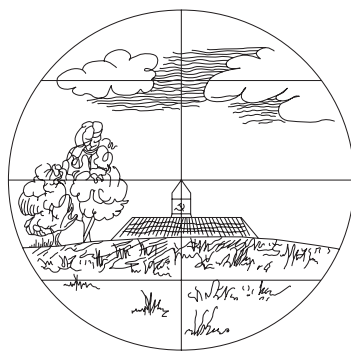
Teodolitiň kömegi bilen gorizonttal burçlary ölçemegiň birnäçe usuly bardyr. Olardan: *priýomlar*, *töwerekleýin priýomlar* we *gaýtalamak* usullaryny sanamak bolar.

**Priýomlar usuly.** Bu usulda,  $BO_1A$  gorizonttal burçy ölçemek maksady bilen (6.34-nji surat),  $O_1$  nokada teodoliti ornaşdyryp,  $B$  we  $A$  nokatlarda bolsa çelgileri (wehalary) goýalyň. Teodolit nokatda iş ýagdaýyna getirilýär we soňra aşakdaky işler geçirilýär:

1) Teodolit ornaşdyrylan nokatdan onuň  $B$  tarapdaky nokadyna goýlan çelgä teodolitiň görüş trubasy arkaly seredeliň. Teodolitiň nokatlara gödek bakdyrylmagyny, görüş trubasynyň aşagynda ýa-da ýokarsynda ornaşdyrylan nyşanajygyň (wiziriň) kömegi bilen geçirmek bolar. Bu wagtda gorizonttal tegelegiň limbiniň berkidiji nurbatlarynyň bur-lup berkidilen bolmagy hökmandyr. Çelgi trubadan görnenden soňra, alidadanyň berkidiji nurbatlaryny berkidýäris. Soňra sapaklar torunyň kesişen nokadyny alidadanyň öwrüji nurbatlarynyň kömegi bilen çelginiň düýbüne dogrulaýarys (6.35-nji surat) we optiki mikroskopyň gorizonttal tegeleginden hasaby ( $a$ ) alýarys. Alnan hasaby «Teodolitli surata almagyň dergisinde (žurnalynda)»  $B$  nokadyň garşysyna ýazýarys (6.2.3-nji tablisa). Derginiň (žurnalyň) birinji sütüninde teodolitiň ornaşdyrylan nokadynyň ady ýa-da nokatlaryň tertibi, ikinji sütünine seredilýän nokatlaryň atlary,



6.34-nji surat. Gorizonttal burçlaryň ölçenilişi



6.35-nji surat. Görüş trubasynyň ýerdäki nokada bakdyrylyp goýluşy

üçünji sütünine gorizental tegelekden alnan hasaplar, dördünji we başınji sütünlerde gorizental burçlar ýazylyar. Burçlar ölçenilende teodolitiň wertikal tegeleginiň haýsy tarapda ýatýanlygyna baglylykda, alnan hasaplaryň üstüne onuň ady, sag tegelek ( $R$ ) ýa-da çep tegelek ( $L$ ) diýlip ýazylyar.

6.2.3-nji tablisa

**Teodolitli surata almakda gorizental burçlary  
ölçemegiň dergisi**

Nokatlaryň ady	Seredilýän nokatlar	Gorizental tegelekden alnan hasaplar (°)	Gorizental burçlar	
			$R$ ýa-da $L$	Orta
$O_1$	$R$ (sag tegelek)		144°51,5'	144°51,7'
	$B$	212°22,5'		
	$A$	67°31,0'		
	$L$ (çep tegelek)		144°51,7'	
	$B$	116°51,5'		
	$A$	331°59,5'		

$$\beta_1 = 212^\circ 22,5' - 67^\circ 31,0' = 144^\circ 51,5'$$

$$\beta_2 = 116^\circ 51,5' + 360^\circ - 331^\circ 59,5' = 144^\circ 52,0'$$

$$\beta_{orta} = (\beta_1 + \beta_2) / 2 = (144^\circ 51,5' + 144^\circ 52,0') / 2 = 144^\circ 51,7'$$

2) Görüş trubasy arkaly  $A$  nokatdaky çelgä seredýäris. Şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny boşadyp, trubany  $A$  nokada tarap öwürýäris. Trubadan çelgini anyk tapmak maksady bilen ýene-de nyşanajykdan peýdalanmak bolar. Görüş trubasyndan çelgi görnenden soňra alidadanyň we trubanyň nurbatlaryny berkidýäris. Sapaklar torunyň kesişen nokadyny öwrüji nurbatlaryň kömegi bilen çelginiň düýbüne dogrulaýarys we optiki mikroskopyň gorizental tegeleginden ikinji hasaby ( $b$ ) alýarys. Alnan hasaby derginiň (žurnalyň) degişli ýerine ýazýarys.

3) Ölçenilýän burçuň ululygyny kesgitlemek maksady bilen, burçuň sag tarapyndan alnan hasapdan çepinden alnan hasaby

áýyrýarys ( $\beta = a - b$ ). Eger-de çep tarapdaky nokada seredilip alnan hasap sag tarapdaky nokada seredilip alnan hasapdan uly bolsa, onda sag tarapdan alnan hasabyň üstüne  $360^\circ$ -y goşup, soňra çep tarapdan alnan hasaby áýyrýarys. Hasaplanylýp çykarylan burçuň bahasyny derginiň dördünji sütüniniň degişli yerine ýazýarys.

4) Burçuň dogry ölçenilenligini barlamak we trubanyň kolimasion bahasyny aradan áýyrmak maksady bilen, berlen burçy teodolitiň 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. Limbden hasap almakda uly ýalňyşlyga ýol bermezlik üçin limbiň ýerleşen ýerini, takmynan,  $90^\circ$ -a üýtgedýäris. Bu işi limbiň berkidiji nurbaty boşadylan ýagdaýynda geçirip, ugry alnandan soňra limbi ýene-de berkidip goýýarys. Gorizonta burçy teodolitiň ikinji ýarymynda ölçemegi edil ýokardaky tertipde geçirýäris. Netijede,  $a'$  we  $b'$  hasaplary alýarys we derginiň degişli yerine ýazýarys.

5) Ikinji ýarym priýomda ölçenilen burçuň ululygyny hasaplaýarys ( $\beta' = a' - b'$ ). Hasaplamaýy edil birinji ýarym usuldaky ýaly tertipde geçirýäris.

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

**Töwerekleýin priýomlar usuly.** Gorizonta burçlary töwerekleýin priýomlar usuly bilen ölçemekde  $N$  stansiýada  $A$ ,  $B$ ,  $C$  we  $D$  ugurlara tarap gözegçilik etmek maksady bilen teodoliti işçi ýagdaýyna getirýäris. Alidadanyň we limbiň nol hasaplaryny, takmynan,  $1-2'$  hasaba deň edip berkidýäris. Soňra limbiň aýlanmagy bilen görüş trubasyny başlangyç  $A$  punkta öwürýäris (6.36-njy surat). Guralyň çep ( $L$ ) tegeleginde  $B$ ,  $C$  we  $A$  punktlarda gorizonta tegelegiň limbinden degişli hasaby alyp, meýdan ölçegleriniň dergisine (žurnalyna) ýazýarys (6.2.4-nji tablisa).

**Töwerekleýin priýomlar usulynda gorizental  
burçlary ölçemegiň dergisi**

Punkt- lar	Sere- dilýän punktlar	Gorizental tegelekden alnan hasaplar		$R-(L-180^\circ)$	$\frac{R-L-180^\circ}{2}$	Nola getirilen
		sag ( $R$ )	çep ( $L$ )			
M				Orta	$0^\circ 02' 24''$	
	$A$	$0^\circ 02' 12''$	$180^\circ 02' 24''$	$-12''$	$0^\circ 02' 18''$	$0^\circ 00' 00''$
	$B$	$56^\circ 40' 24''$	$236^\circ 40' 24''$	$0^\circ$	$56^\circ 40' 24''$	$56^\circ 38' 09''$
	$\text{Ç}$	$120^\circ 25' 24''$	$300^\circ 25' 36''$	$-12''$	$120^\circ 25' 30''$	$120^\circ 23' 09''$
	$D$	$182^\circ 30' 30''$	$2^\circ 30' 36''$	$-6''$	$182^\circ 30' 33''$	$182^\circ 28' 12''$
	$A$	$0^\circ 02' 24''$	$180^\circ 02' 24''$	$0^\circ$	$0^\circ 02' 24''$	

Şu ýagdaýda teodolitiň görüş trubasyny zenit boýunça aýlap, beýleki sag ( $R$ ) tegelekde limbiň açyk, emma alidadanyň berkidilen ýagdaýynda başlangyç  $A$  nokada öwürýäris. Soňra limbi berkidilen görnüşde goýup, alidadany boşadýarys we sagat diliniň ugruna zygiderlilikde  $D$ ,  $\text{Ç}$ ,  $B$  we ýene-de  $A$  punkta öwürüp gorizental tegelekden hasaplary alyp dergä ýazýarys.  $A$  punktdan alnan hasap boýunça gorizental tegelegiň limbiniň hemişelik ýagdaýda duranlygy barlanylýar. Bu geçirilen gözegçilik ölçemegiň birinji doly priýomyň düzýär.

Iki ýarym priýom bir doly priýomy düzýär. Şular ýaly usullaryň gorizental burçlary ölçemekte birnäçesiniň bolmagy mümkindir. Bu guralyň takyklygy burçy ölçemekdäki gerek bolan görkezmä baglydyr. Seretmekde, bir usuldan beýleki usula geçmekde limb  $180^\circ/n$  deň bolan burça öwrülýär. Bu ýerde  $n$  – usullaryň sany.

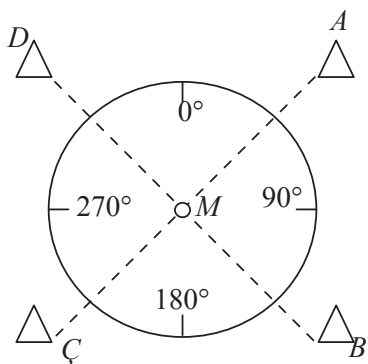
Dergide birinji usulyň maglumatlary ýazylandyr. Iň soňky sütünde başlangyç punkta otnositellikde nol ugra getirilen hasaplaryň ortaça bahasy ýazylýar. Beýleki usullaryň hasaplary nol ugra getirilýär we birnäçe usullardan gutarnykly ortaça ugur alynýar. Gorizental burçlary ugurlaryň tapawudy ýaly kesgitlemek bolar. Bu usuly punktda ugurlaryň sany ikiden köp bolan ýagdaýynda ulanmak amatlydyr.

*Gaýtalamalar usuly.* Gaýtalamalar usuly her bir burçy birnäçe gezek aýratyn gaýtalamalar usuly bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gorizontol tegelegiň limbinde alidadany, takmynan,  $1-2'-a$  deň bolan baha goýup, limbiň aýlanmagy bilen trubany çepdäki  $A$  punkta öwürüp (6.36-njy surat), limbi berkidýäris we optiki mikroskopdan  $a$  hasaby alýarys, soňra alidadany boşadyp, sag tarapdaky  $AHB$  ölçenilýän burçuň sag  $B$  punktuna öwürýäris hem-de alidadany berkidýäris. Soňra ölçenilýän burçuň takmynan bahasyny kesgitlemek üçin gorizontol tegelekden  $a$  hasaby alýarys. Şondan soňra limbi boşadýarys we ýapyk alidadada trubany birinji  $A$  punkta öwürýäris we limbi berkidýäris. Soňra alidadany boşadýarys we trubany  $B$  punkta öwürýäris. Bu bolsa gorizontol burçuň gorizontol tegelegiň limbinde ikinji gezek goýuldygy bolýar. Öňki aýdylanlara esaslanyp, limbde gorizontol burçy birnäçe gezek goýmak bolar. Bu ölçegiň takyklygyna baglydyr. Soňky  $B$  punktdan  $B_n$  – hasap  $n$  gezek ölçenilen gorizontol burçuň ululygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär ( $\Sigma\beta = B_n - a$ ). 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 nolundan geçendigini görkezýän san.

Şeýle burç ýarym usul bilen ölçenilýär. Şonuň ýaly-da wertikal tegelegiň beýleki ýagdaýynda burç ölçenilýär we şu iki ölçeg bir doly usuly düzýär. Usullaryň sanynyň birnäçe bolmagy mümkindir.  $N$  punktdaky burçlaryň ählisi  $360^\circ$ -a çenli artykmajy bilen ölçenilýär.  $N$  punktdaky ölçenilen we bolmaly burçlaryň jemi  $360^\circ$ -a deň bolmalydyr we burçy ölçemekte  $30''$ -lyk takyklykdaky teodolit ulanylan bolsa, onda burç ýalňyşlygy aşakdaky çäkden geçmeli däldir:



**6.36-njy surat.** Gorizontol burçlary gaýtalamalar usuly bilen ölçemegiň shemasy

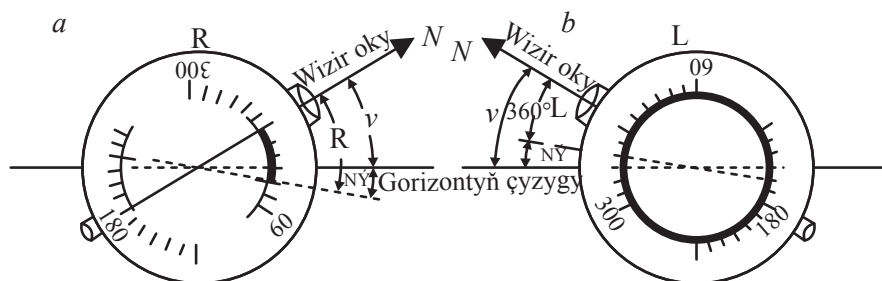
$$j_{\beta \text{ goýber}} = \pm(15' \cdot \sqrt{n})'.$$

Bu ýerde  $n$  – ölçenilen burçlaryň sany.

Gaýtalamalar usuly bilen gorizontol burçlary ölçemekte teodolitiň 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 teodolitiň kömegi bilen ölçemek amatlydyr (6.37-nji surat). Teodolitiň gorizontol tegeleginde bolan bölekler onuň wertikal tegeleginde hem bardyr. Wertikal tegelegiň gorizontol tegelekden tapawudy – görüş trubasynyň gorizontol okunyň daşynda aýlandyrylanda limbiň tegelegi bilen birlikde aýlanmagydyr, alidadanyň bolsa ýerinden gymyldamazlygydyr. Görüş trubasynyň nyşanalaýjy okunyň wertikal tegelegiň uroweniniň okuna parallel bolmagy wernýerdäki hasabyň nol bolmagyny gazanýar.



6.37-nji surat. Ýagytlyk burçlaryny ölçemegiň beýany

Bu bolsa wertikal tegelegiň nol diametriniň görüş trubasynyň nyşanalaýjy okuna hem-de uroweniň gorizontol okuna parallel bolan ýagdaýynda alynýar, emma, köplenç, şu şert ýerine ýetirilmeýär, ýagny wertikal burçy ölçemekte görüş trubasyny ýerdäki nokada

nyşanalalarys we wertikal tegelekden hasap alýarys. Bu hasap wertikal burçdan ( $v$ )  $NÝ$  burç tapawutlanýar. *Wertikal tegelegiň nol ýeri* ( $NÝ$ ) – bu wertikal tegelegiň uroweniniň düwmesiniň merkezde, ýagny nol punktda bolan ýagdaýynda görüş trubasynyň nyşanalajy oky bilen alidadanyň nol hasaply bölekleriniň arasynda emele gelýär. Wertikal burçlary ölçemekde nol ýeri ( $NÝ$ ) burçuny hasaba almak zerurdyr.

Wertikal burçlary hasaplamazdan öňürti teodolitiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -ini hasaplamak zerurdyr. Teodolitiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -ini hasaplaýyş formulalary gurallaryň tiplerine baglydyr.  $NÝ$ -ini kesgitleýiş formulalary aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$NÝ = \frac{L+R}{2} \quad \text{ýa-da} \quad NÝ = \frac{R+L}{2}.$$

Bu ýerde:

$R$  – teodolitiň wertikal tegeleginiň sagynda bolan ýagdaýynda alnan hasap ( $^{\circ}$ );

$L$  – teodolitiň wertikal tegeleginiň çepinde bolan ýagdaýynda alnan hasap ( $^{\circ}$ ).

Wertikal burç ölçenilende teodolitiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -i bize belli diýeliň. Onda wertikal tegelek görüş trubasyna baglylykda sagda bolan ýagdaýynda  $A$  nokada nyşanalanylýp ölçenilen wertikal burç aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$v = \frac{L-R}{2} \quad \text{ýa-da} \quad v = \frac{R-L}{2},$$

şeýle hem teodolitiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -i belli bolsa, onda aşakdaky wertikal burçy formulalary ulanyp kesgitlemek hem bolar:

$$v = L - NÝ = NÝ - R.$$

Eger-de teodolitiň wertikal tegeleginden alnan hasaplar  $0^{\circ}$ -dan  $60^{\circ}$ -a çenli aralykda bolsa, onda bu hasaplara  $360^{\circ}$  goşulýar.

## Vertikal burçlary ölçemegiň dergisi

Nokatlar		Vertikal tegelegiň ýagdaýy	Vertikal tegelekden alnan hasaplar	Vertikal tegelegiň $NÝ-i$	Vertikal burç ( $v$ )
stansiýa	seredilýän				
1	2	$L$	$2^{\circ}15,0'$	$-0^{\circ}00,5'$	$-2^{\circ}15,5'$
		$R$			

**1-nji mysal.** Vertikal burç  $2T5$  teodoliti bilen ölçenilen. Onuň vertikal tegeleginden aşakdaky hasaplar alnan, ýagny  $R=5^{\circ}24,3'$  we  $L=-5^{\circ}24,9'$ . Onda ölçenilen vertikal burç vertikal tegelegiň nol ýeri boýunça aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$NÝ = \frac{-5^{\circ}24,9 + 5^{\circ}24,3'}{2} = -0^{\circ}00,3.$$

Onda vertikal burçy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$v = \frac{-5^{\circ}24,9' - 5^{\circ}24,3'}{2} = \frac{-10^{\circ}49,2'}{2} = -5^{\circ}24,6'$$

Vertikal burçuň dogry ölçenilenligini barlamak maksady bilen burçy beýleki formulalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Hasaplamagy aşakdaky ýaly geçirýäris:

$$v = L - NÝ = -5^{\circ}24,9' - (-0^{\circ}00,3') = -5^{\circ}24,9' + 0^{\circ}00,3' = -5^{\circ}24,6'$$

ýa-da

$$v = NÝ - R = -0^{\circ}00,3' - (-5^{\circ}24,3') = -0^{\circ}00,3' + 5^{\circ}24,3' = -5^{\circ}24,6'.$$

**2-nji mysal.** Vertikal burç  $2T30II$  teodoliti bilen ölçenilen we şu aşakdaky hasaplar alnan diýeliň (6.5-nji tablisa). Vertikal tegelegiň nol ýerini aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$v_{1-2} = \frac{-2^{\circ}16,0' - 2^{\circ}15,0'}{2} = \frac{4^{\circ}31'}{2} = -2^{\circ}15,5.$$

Vertikal burçlaryň hasaplanylýşyny barlamak üçin ony belli formulalary ulanmak arkaly tapalyň:

$$v = L - NÝ = -2^{\circ}16,0' - (-0^{\circ}00,5') = -2^{\circ}16,0' + 0^{\circ}00,5' = -2^{\circ}15,5'$$



ýa-da

$$v = N\dot{Y}-R = -0^{\circ}00,5' - (-2^{\circ}15,0') = -0^{\circ}00,5' + 2^{\circ}15,0' = -2^{\circ}15,5'.$$

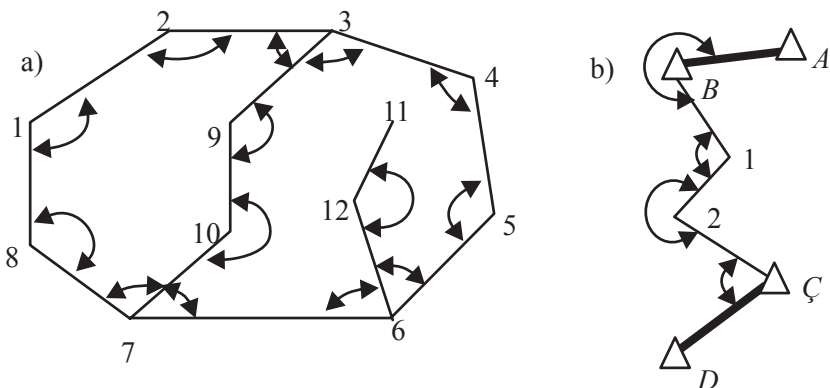
Vertikal burçlaryň dogry ölçenilmegi üçin, onuň wertikal tegeleginiň nol ýeriniň üýtgemezligi gerekdir. Eger-de nol ýeri özgeren bolsa, onda onuň ululygynyň optiki mikroskopyň takyklygynyň ikinleş mukdaryndan uly bolmazlygy zerurdyr.

Vertikal tegelegiň *NÝ-iniň* üýtgemegi uroweniň düwmesiniň naýçanyň takyk ortasyna getirilmezliginden, görüş trubasynyň nokada anyk nyşalanmazlygyndan, hasap almakda ýalňyş bahanyň alynmagyndan ýüze çykyp biler. Şonuň üçin wertikal burçy ölçemekte ölçemegiň takyklygyna täsir edýän sebäpleri azaltmak gerekdir.

Vertikal burçlar teodolit bilen öçenilende, wertikal tegelegiň nol ýerini her iş gününüň dowamynda 2–3 gezek kesgitlemek hökmandyr. Şu ýerde bir zady bellemek gerek, ýagny her halda wertikal tegelekden hasap almazdan önürti, uroweniň düwmesini takyk naýçanyň ortasyna getirmek, görüş trubasyny nokada anyk nyşalamak, teodolitiň aýlanma okuny takyk, wertikal ýagdaýa getirmek zerurdyr. Vertikal burçlar ölçenilende teodolitiň wertikal tegeleginiň nol ýerlerine deň ýa-da oňa ýakyn sanlaryň bolmagy hökmany şert hasaplanylýar.

### 6.2.11. Teodolit yörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler

Teodolit yörelgesiniň depeleri ýerde geodeziki bellikler bilen belgilenilen köpburçluk görnüşli geçirilýär. Surata alynýan 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 burçlar ölçenilýär. Ölçeğiň netijelerine esaslanyp, köpburçlugyň depeleriniň gönüburçly koordinatalaryny, eger-de yörelge poligon bolsa, onda meydanyny hem kesgitlemek bolar.



**6.38-nji surat.** Teodolit ýörelgeleriniň görnüşleri:  
*a – poligon (ýapyk döwürik çyzyklar); b - açyk ýörelge*

Teodolit ýörelgeleriniň açyk, poligon, diagonal we asma ýörelgeler görnüşinde bolmagy mümkindir (6.38-nji surat). Açyk görnüşindäki teodolit ýörelgesi iki sany bazis çyzyklarynyň (*bazis*–uzynlygy we oriýentirleniş burçlary belli bolan çyzyk) aralygynda geçirilýär (6.38-nji (a) suratda 3–9–10–7-nji ýörelgeler). Teodolit ýörelgesi bir daýanç punktundan başlap, ýene-de şol punkta gelse, onda ýapyk ýörelge emele gelýär (6.38-nji (a) suratda 1–2–3–4–5–6–7–8-nji ýörelgeler). Ýörelgäniň bir depesi daýanç punktundan başlap, beýlekisi bolsa gönüburçly koordinatalary belli bolmadyk nokatda galsa, onda bu ýörelge *asma* bolýar (6.38-nji (a) suratda 11–12–6-njy ýörelgeler). Eger-de ýörelge poligonyň içinde iki sany daýanç punktlarynyň arasynda geçirilse, onda ýörelgäniň *diagonal* görnüşü alynýar (6.38-nji (b) suratda A–B–1–2–Ç–D ýörelgeler).

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 ýörelgesi geçirilende ölçeg işleri.
5. Ölçegleriň netijelerini hasaplamak we teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatalaryny kesgitlemek.

*Teodolit yörelgesiniň taslamasy* kiçi masştably topografiki kartanyň esasynda düzülýär. Kartada plany alynýan ýeriň çäginäki birnäçe triangulýasiýa, poligonometriýa punktlary we ýeriň çäginäki araçäkler ýa-da planşetleriň çarçuwasy çäklen-dirilýär.

Taslamany düzmekde aşakdakylary göz öňünde tutmak zerurdyr:

1. Teodolit yörelgeleri maksadalaýyk bolmalydyr. Onuň dürli maksat üçin geçirilenliginden, oňa edilýän talaplar hem dürli-dürli bolýar. Meselem, plan almakda teodolit yörelgesine esaslanýlan bolsa, punktlaryň plany alynýan ýeriň çäginde birsydyrgyn ýerleşmegi zerurdyr. Olarda teodolit yörelgesiniň punktlaryny belgilemek, nokatlara guraly ornaşdyrmak we erkin işlemek mümkin bolmalydyr. Punktardan surata alynýan ýeriň aýdyň görünmegi we ölçeg işlerini geçirmek ýeňil bolmalydyr. Şäherdir şäherçeleriň planyny almakda teodolit yörelgesi köçedir geçelgeler boýunça alynmalydyr. Ýörelge ýap, arna ýaly uzalyp gidýän obýektleriň taslamasyny düzmek maksady bilen alnyp barylýan gurluşyk işlerinde yörelge obýektleri boýlanylýp (ýakalap) geçirilýär. Dürli görnüşdäki gidrotehnikide degsalar gurulýan wagtynda teodolit yörelgesi olaryň gyrasyny boýlap daýhan birleşikleriniň planyny almakda araçäkleri ýakalap geçirilýär.

2. Teodolit yörelgesini geçirmekde ölcegiň netijelerini almak we olara baha bermek üçin teodolit yörelgesiniň triangulýasiýa, poligonometriýa ýa-da surata almak esasly torlaryň planly punktlaryna birleşdirilmegi zerurdyr.

3. Teodolit yörelgesiniň her bir tarapy 350 metrden uzyn bolmaly däldir. Çyzyklaryň uzynlygynyň özleşdirilen ýerlerde 20 metrden, özleşdirilmedik ýerlerde 40 metrden gysga bolmazlygy hökmandyr. Poligonda ýa-da yörelgede gysga tarap bilen uzyn tarapyň çalşylýp gelinmegini gazanmalydyr.

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

*Rekognošsirowka* teodolit yörelgesiniň taslamasy düzülenden soňra topografiki plany almakda esaslanýlan geodeziki daýanç

punktlarynyň ýagdaýyny tapmak, surata alynýan ýeri gözden geçirmek we barlamak maksady bilen alnyp barylýar. Şu döwürde teodolit ýörelgesiniň taslamasyna baglylykda geçirmek mümkinmi ýa-da mümkin dälmi hem-de geodeziki daýanç punktlarynyň şu ýeriniň çäginde barlygy ýa-da ýoklugy kesgitlenilýär.

Teodolit ýörelgesiniň taslamasy düzülýän we surata alynýan ýer gözden geçirilýän hem-de barlanylýan (rekognossirowka) wagtynda ýokardaky aýdylan talaplar bilen bir hatarda aşakdaky şertleriň hem ýerine ýetirilmegi gerekdir:

1. Teodolit ýörelgesiniň zygiderli ýerleşen punktlarynyň biri-birinden görünmegi hökmandyr.

2. Teodolit ýörelgesiniň nokatlary guraly ornaşdyryp işlemek üçin amatly ýerlerden alnmalydyr.

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

4. Sudurlary we relýefi plana almagy ýakynlaşdyrmak maksady bilen berk ornaşdyrylan we köp wagtlap saklanylýan ýerleri almalydyr.

5. Punktlaryň plan alynýan ýerler üçin bir görnüşli tertipde belgilenilmegi hökmandyr.

Rekognossirowkanyň netijesine esaslanyp, teodolit ýörelgesi geçirilýär we *işiň meýilnamasy* düzülýär.

Binalaryň düşen ýeriniň çäginde, teodolit ýörelgesiniň punktlary metal gazyklar, metal turba ýa-da seplimiň (relsiň) bölegi kakylyp belgilenilýär. Şular ýaly ýerlerde ýerasty kommunikasiýa guýularynyň gapaklaryndan hem punktlaryň görnüşinde peýdalanmak bolar. Punktuň tertibi onuň şu ýerdäki iň ýakyn obýektlerine ýazylyp goýulsa, punktlary tapmak ýeňilleşýär. Teodolit ýörelgesiniň punktlaryny ýerde belgilemek bilen birlikde, bu punktuň ýerleşen ýeriniň takmynan plany çyzylyp gidilýär.

Özleşdirilmedik ýerlerde teodolit ýörelgesiniň punktlary metal turba ýa-da agaç gazyk kakylyp belgilenilýär. Teodolit ýörelgesi açyk tor görnüşinde geçirilse, onda onuň her başınjy punkty poligonometriýa reperi ýa-da toprak reperleri bilen baglanyşdyrylýar. Toprak reperleriniň töweregi üçburçluk ýa-da dörtburçluk şekilinde gazylyp goýulýar.

Teodolit ýörelgesi bilen surata almak şäheriň we şäherçeleriň meýdan çäginde (territoriýasynda) geçirilende nokatlary berkitmek bilen baglanyşykly käbir kemçilikler ýüze çykyar, ýagny adaty ýagdaýlarda şäheriň we şäherçeleriň meýdan çäginde (territoriýasynda) teodolit ýörelgesini asfaltlanylan we betonlanylan ýerler boýunça geçirmek zerur bolup durýar. Bu ýagdaýda ýörelgäniň nokatlary ýörite çüýleriň kömegi bilen berkidilýär. Asfaltlanylan ýa-da betonlanylan üstde yzy ýeňil tapmak üçin nokadyň daşynda dürli reňkleri (köplenç, gyzyl, ýaşyl) ulanyp, şertli belgileri galdyryrlar.

### 6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekte ölçeg işleri

Teodolit ýörelgesini geçirmekte aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

1) Teodolit ýörelgesiniň öwrümlü burçlary 30'' ýa-da 1' takyklykdaky tehniki teodolitleriň kömegi arkaly doly priýomlar usuly bilen ölçenilýär. Her bir ýarym usulda teodolitiň limbi, takmynan, 90°-a öwürülýär. Teodolit ýörelgesiniň tarapy gysga bolan ýagdaýynda punktada çelginiň ornuna çüýli gazyklary (30–50 *sm*-likdäki demir bölegi) kakmak hem bolar.

Burçlary ölçemekte her bir ýarym priýomda ölçenilen burçlaryň tapawudynyň  $\pm 1'$ -dan geçmezligi gerekdir.

2) Teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň uzynlygy iki gezek, yagny göni we ters ugurlarda ýa-da iki gural bilen göni ugurda ölçenilýär. Aralygy ölçemekte uzynlygy 20 *m* bolan ýörite hasap bölekli polat zolakdan, ruletkadan ýa-da takyk optiki uzaklykölçeýjilerden peýdalanmak bolar.

Teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň uzynlygy iki gezek ölçeg netijeleriniň tapawudynyň, ölçeg amatly bolan ýerlerde her 100 metre 4–5 *sm*-den, ölçeg amatsyz bolan ýerlerde bolsa 7–10 *sm*-den geçmezligi hökmandyr.

Ölçenilýän çyzygyň gorizontal proyeksiýasyny kesgitlemek maksady bilen ýapgytlyk burçlary ölçenilýär. Eger-de aralygy ölçemek üçin polat zolak işledilýän bolsa, gorizontal burç ölçenilýän wagtynda ýapgytlyk burçy hem ölçenilip gidilýär.

Ölçenilen çyzygyň  $D$  uzynlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarys:

$$D = n \cdot l_0 + r.$$

Bu ýerde:

$n$  – ölçenilýän çyzykda bitewi goýmalaryň sany;

$l_0$  – ölçeg guralynyň nominal uzynlygy (20, 30, 50 m we ş.m.);

$r$  – galyndy ( $m$ ).

Ýeriň üstündäki berlen çyzygy göni  $D_{göni}$  we ters  $D_{ters}$  ugurda ölçeyäris. Ölçeğleriň  $\Delta D = D_{göni} - D_{ters}$  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.

3) Teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatalaryny döwlet ýa-da surata almak esasly koordinatalar sistemasynda kesgitlemek maksady bilen, teodolit ýörelgesiniň koordinatalary belli bolan punkta 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 azimutuny teodolitiň bussolynyň kömegi bilen ölçemek zerurdyr.

### 6.2.13. Teodolit bilen surata almagyň materiallaryny hasaplamak

Teodolit ýörelgesiniň maglumatlaryny hasaplamakda aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

Teodolit bilen surata almagyň materiallaryny işlemek üçin, ilki bilen, ýörelgäniň nokatlarynyň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamak gerekdir. Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamak maksady bilen «*Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamak*» atly tablisany işleýäris (6.2.6-njy tablisa):

6.2.6-nyj tablica  
Nokatlarıñ gönüburçly koordinatalaryny poligonlar boýunça kesgitlemegiň wedomosty

№	Gorizonttal burçlar (°)		Direksion burçlar (°)	Rumblar	Çyzyklaryň gorizonttal kesiminiň uzynlygy (m)	Gönüburçly koordinatalar artmasy (m)		Nokatlarıñ koordinatalary (m)	
	ölçenilen	berkidilen				hasaplanylýan	berkidilen	±X	±Y
	+0,2'					±Ax	±Ay	±Ax	±Ay
1	125°42,5'	125°42,7'	125°48,8'	GGd: 54°11,2'	462,80	+0,08 -270,80	+0,10 +375,30	-270,72	+375,40
2	144°51,5'	144°51,7'	160°57,1'	GGd: 19°02,9'	386,38	+0,07 -365,22	+0,08 +126,10	-365,15	+126,18
3	111°46,2'	111°46,4'	229°10,7'	GGb: 49°10,7'	301,63	+0,05 -197,18	+0,06 -228,26	-197,13	-228,20
4	137°08,8'	137°09,0'	272°01,7'	DGb: 87°58,3'	284,26	+0,05 +10,06	+0,06 -284,08	+10,11	-284,02
5	193°06,0'	193°06,2'	258°55,5'	GGb: 78°55,5'	276,12	+0,05 -53,04	+0,06 -270,98	-52,99	-270,92
6	84°33,4'	84°33,6'	354°21,9'	DGb: 5°38,1'	391,90	+0,07 +390,01	+0,08 -38,48	+390,08	-38,40
7	189°16,0'	189°16,5'	345°05,4'	DGb: 14°54,6'	360,00	+0,06 +347,88	+0,08 -92,63	+347,94	-92,55
8	93°33,5'	93°33,9'	71°31,5'	DGb: 71°31,5'	434,82	+0,07 +137,79	+0,10 +412,41	+137,86	+412,51
1									
Σβ <sub>ölç</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

$$f_{\beta_{\text{goyther}}} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4,2'. f_{\text{abs}} = \sqrt{0,21^2 + (-0,29)^2} = 0,35m; f_{\text{om}} = \frac{0,35}{886} = \frac{1}{2500}.$$

6.2.7-nji tablica  
Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny diagonal ýörelge boýunça kesgitlemegiň wedomosty

№	Gorizonttal burçlar (°)		Direksion burçlar (°)	Rumblar (°)	Çyzyklaryň gorizonttal kesiminiň uzynlygy (m)	Gönüburçly koordinatalar artmasy (m)		Nokatlaryň koordinatalary (m)			
	ölçenen	düzedilen				berkidilen		±X	±Y	±X	±Y
						±Δx	±Δy				
8	-0,7'		71°31,5'			-0,06	+0,08				
1	91°29,7'	91°29,0'	160°02,5'	GGd: 19°57,5'	235,00	-220,89	+80,21				
	-0,7'					-0,09	+0,13	-220,95	+80,29	+2120,80	-509,25
A	170°08,0'	170°07,3'	169°55,2'	GGd: 10°04,8'	415,05	-408,94	+72,64				
	-0,7'					-0,06	+0,08	-409,03	+72,77	+1899,85	-428,96
B	200°34,5'	200°33,8'	149°21,4'	GGd: 30°38,6'	235,90	-202,96	+120,24				
	-0,7'							-203,02	+120,32	+1490,82	-356,19
4	280°11,4'	280°10,7'	49°10,7'		P=885,95 m						
3											
$\Sigma\beta_{\text{olc}}$	742°23,6'					$\Sigma-832,79$	$\Sigma+273,09$	$\Sigma-833,00$	$\Sigma+273,38$		
$\Sigma\beta_{\text{bol}}$	742°20,8'					$\Sigma-833,00$	$\Sigma+273,38$	$\Sigma-833,00$	$\Sigma-273,38$		
$f_{\beta}$	+0°02,8'					$f_x=+0,21m$	$f_y=-0,29m$	0,00	0,00		

$$f_{\text{gopher}} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4,2', f_{\text{abs}} = \sqrt{(-0,50)^2 + (-0,62)^2} = 0,80m; f_{\text{oin}} = \frac{0,80}{2898} = \frac{1}{3600}$$



1. Bu tablisada, ilki bilen, teodolit bilen surata almagyň netijeleri boýunça ýörelgäniň depelerindäki gorizonta burçlary hasaplaýarys. Gorizonta burçlar «Priýomlar» usuly bilen ölçenilen bolsa, onda burçlaryň ululygyny (teodolitiň iki tegeleginde) aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplamak bolar:

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

Bu ýerde:

$a$  we  $b$  – teodolitiň sag ( $R$ ) ýa-da çep ( $L$ ) tegeleginden alnan hasaplar ( $^{\circ}$ );

$a'$  we  $b'$  – teodolitiň çep ( $L$ ) ýa-da sag ( $R$ ) tegeleginden alnan hasaplar ( $^{\circ}$ ).

Alnan netijeler biri-birine deň bolmalydyr. Olar biri-birine deň bolmasa we netije teodolitiň hasaply gurluşynyň ikilenç takyklygyndan geçmese, onda bu bahalaryň orta arifmetiki bahasy hasaplanylýar. Soňra tapylan gorizonta burçuň orta arifmetiki bahasyny 6.2.6-njy tablisanyň «Gorizonta burçlar» sütüniň (2) «Ölçenilen burçlar» diýen sütünine ýazýarys.

Gorizonta burçlary tablisa ýazmak meýdan ölçegleriniň esasynda geçirilýär. Ölçenilen her bir gorizonta burç ýörelgäniň degişli ýerinde ýazylýar. Gorizonta burçlary ( $\beta$ ) formulanyň üsti bilen hasaplasak, onda alnan baha esasy ölçeg bolmak bilen, teodolitiň ýarym priýomyny düzýär. Teodolitiň beýleki tegeleginde kesgitlenilen  $\beta'$  burç artykmaç ölçeg bolup, burçuň sag we çep tegeleginde ölçenilen ýarym priýomlar usulyny düzýär.

Şular ýaly tertipde ýörelge boýunça ähli gorizonta burçlaryň ululyklaryny hasaplap, olaryň orta arifmetiki bahalary boýunça tablisa ýazýarys.

Tablisadaky ýazylan hasaplaryň esasynda ölçenilen 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 «Ölçenilen gorizonta burçlar»
150 print using «U2=#####.##»;U2
160 end

```

2. Ölçenen gorizonta burçlaryň ýalňyşlygyny hasaplalyň, onuň üçin tablisanyň birinji wertikal sütünine ýörelgäniň tertibini, 2-nji sütünine bolsa ölçenilen gorizonta burçlary ýazýarys. Soňra burçlary ölçemekde goýberilen ýalňyşlygyň ululygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitleýäris:

$$f_{\beta} = \sum_{i=1}^n \beta_{\text{ölçenilen}} - \sum_{i=1}^n \beta_{\text{bolmaly}}.$$

Bu ýerde:

$\sum \beta_{\text{ölçenilen}}$  – ölçenilen gorizonta burçlaryň jemi (°);

$\sum \beta_{\text{bolmaly}}$  – bolmaly gorizonta burçlaryň jemi (°);

$f_{\beta}$  – ölçegde goýberilen ýalňyşlyklar.

Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda bolmaly gorizonta burçlaryň jemi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$\sum_{i=1}^n \beta_{\text{bolmaly}} = 180^{\circ}(n - 2),$$

Bu ýerde  $n$  – burçlaryň sany.

Biziň mysalymyzda poligon boýunça burç ýalňyşlygy 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 (6.2.7-nji tablisa):

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaty} = \alpha_0 - \alpha_n + n \cdot 180^\circ (\text{sag burçlar üçin});$$

$$\sum_{\tau=1}^n \beta_{bolmaty} = \alpha_n - \alpha_0 + n \cdot 180^\circ (\text{çep burçlar üçin}).$$

Bu ýerde  $\alpha_0$  we  $\alpha_n$  – başlangyç we ahyrky çyzyklaryň direksion burçlary ( $^\circ$ ).

Diagonal ýörelge boýunça burç ýalňyşlygynyň ululygy aşakdaky baha deň bolar:

$$f_\beta = 742^\circ 23,7' - (71^\circ 31,5' - 49^\circ 10,7' + 4^\circ 180') = +2,8'.$$

Tapylan ýalňyşlyklaryň dogrulygyny ýa-da nädogrulygyny anyklamak üçin goýberilýän ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ol bolsa aşakdaky formulanyň esasynda kesgitlenilýär:

$$f_{\beta \text{ goýberilen}} = (\pm \Delta' \cdot \sqrt{n})'.$$

Bu ýerde  $\Delta'$  – guralyň takyklygyna bagly bolan san.

Goýberilýän ýalňyşlygyň ululygy ýapyk ýörelge boýunça aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{\beta \text{ goýberilen}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{8} = \pm 1,5' \cdot 2,83 = \pm 4,2'.$$

Diagonal ýörelge boýunça goýberilýän burç ýalňyşlygyny aşakdaky ýaly tapmak mümkin:

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

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

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

Ölçenilen gorizont burçlara paýlanylýan ýalňyşlyklary hasaba almak bilen, düzedilenden soňra düzedilen gorizont burçlary alýarys we tablisanyň 3-nji sütünine ýazýarys.

Gorizontaal burç ýalňyşlyklaryny berkitmek üçin, EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen *açyk ýörelge programmasy* aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
30 rem «Gorizontaal burç ýalňyşlyklaryny berkitmek»
40 input «Gorizontaal 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 «Gorizontaal 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 «Hasaplary barlaň»:end
190 print «Düzedilen gorizontaal 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 doldurmak 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 gorizontaal burçlar ( $^\circ$ ).

Şu ýerde bir zagy bellemek, ýagny başlangyç çyzygyň direksion burçunyň ( $\alpha_{n-1}$ ) üstüne  $180^\circ$  goşulanda, gorizontaal burçuň ( $\beta_n$ ) ululygyn-dan kiçi bolsa, onda ýene-de  $360^\circ$  sany goşup ( $\alpha_{n-1} + 180^\circ + 360^\circ$ ), soňra

gorizontal burçuň aýrylýandygyny bellemek bolar. Biziň mysalymyz boýunça wedomostda 1-2-nji çyzygyň direksion burçundan hasaplamaga başlap, şu çyzygyň direksion burçunda hem tamamlaýarys. Başlangyç çyzygyň direksion burçundan başlanyp, şu çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanýň dogrudygyny görkezýär.

Diagonal ýörelge boýunça çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamaýy 8–1 çyzykdan başlap, 4–3 çyzykda hem tamamlaýarys. 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 usung «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 hasaplanylýan direksion burçlarynyň bahalaryny kitabyň «*Oriýentirlenmek*» diýen bölüminden «Azimutyň, direksion burçuň we rumbuň arasyndaky arabaglanyşyk» diýen temany özleşdirmek zerurdyr we soňra hasaplamaný geçirmek bolar. Ilki berlen çyzyklaryň ugry hasaplanylýp, onuň bahasy ýerleşýän çärýegine baglylykda kesgitlenilýär.

5. Çyzyklaryň direksion burçy we gorizonta kesimiň uzynlyklary boýunça *koordinatalar artmasyny* ( $\Delta x$  we  $\Delta y$ ) hasaplaýarys. Olary aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar:

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

Bu ýerde  $S$  – çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy ( $m$ ).

$\cos \alpha$  we  $\sin \alpha$  – funksiýalarynyň bahasyny ýöriteleşdirilen trigonometriki tablisalardan ýa-da häzirkizaman hasaplaýjy, funksional mikrokalkulýatorlardan, kompýuterlerden peýdalanyp tapmak bolar, şeýle hem ýörite gönüburçly koordinatalar artmasynyň baş, alty ýa-da ýedi belgili tablisalaryndan peýdalanmak bolar.

Çyzyklaryň uzynlygy we direksion burçlary boýunça çyzyklaryň gönüburçly koordinatalar artmasyny *MK-51* hasaplaýyş mikrokalkulýatorlaryny ulanyp, aşakdaky ýaly hasaplamak mümkin:

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

$$\Delta y = \Pi \rightarrow X \sin \cdot D.$$

Çyzyklaryň gönüburçly koordinatalar artmalaryny hasaplamak üçin EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen programmasy aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
30 rem «Çyzyklaryň gönüburçly koordinatalar art-
masyny 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 koordinatalar 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. Koordinatalar artmasyny her bir çyzyk boýunça hasaplanymyzdan soňra, ýörelgäni berkitmek işine girişýäris. Berkitmegi geçirmek üçin, ilki bilen, çyzyklar boýunça hasaplanylýan koordinatalar artmasynyň jemini kesgitleýätis. Eger-de ýörelge poligon (ýapyk döwür çyzyklar) görnüşli bolsa, onda koordinatalar artmasynyň jemi absissa we ordinata oklarynda nola deň bolmalydyr, emma absissa ( $f_x$ ) we ordinata ( $f_y$ ) oklary boýunça gönüburçly koordinatalar artmasynyň jemi nola deň bolman, eýsem örän kiçi san alnar. Bu ýagdaýda goýberilen ýalňyşlyklary aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\Sigma \Delta x = 0 \neq f_x \text{ we } \Sigma \Delta y = 0 \neq f_y.$$

Poligonda absissa oky boýunça çyzyk ýalňyşlygynyň mukdarynyň kesgitlelenilişine degişli mysala seredip geçeliň, ýagny absissa gönüburçly koordinata oklary boýunça çyzyklar artmalarynyň jemleri:  $\Sigma \Delta x = +911,29 \text{ m}$  we  $\Sigma \Delta x = -911,87 \text{ m}$  bolsa, onda şu sanlaryň jemi ýörelgede goýberilen ýalňyşlyk bolar. Ony aşakdaky ýaly görkezmek bolar:

$$f_x = +885,74 + (-886,24) = -0,50 \text{ m.}$$

Ordinata oklary boýunça çyzyk ýalňyşlygynyň mukdary, eger-de  $\Sigma \Delta y = +986,45 \text{ m}$  we  $\Sigma \Delta y = -987,00 \text{ m}$  bolsa aşakdaky ýaly bolar:

$$f_y = 913,81 + (-914,43) = -0,62 \text{ m.}$$

Eger-de ýörelge açyk ýa-da diagonal görnüşinde bolsa, onda çyzyk ýalňyşlygyny tapmak aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$f_x = \Sigma \Delta x_{hasap} - \Sigma \Delta x_{bolmaly}; f_y = \Sigma \Delta y_{hasap} - \Sigma \Delta y_{bolmaly}.$$

Bu ýerde:

$\Sigma \Delta x_{hasap}$  we  $\Sigma \Delta y_{hasap}$  – hasaplanylýan koordinatalar artmasynyň jemi ( $m$ );  
 $\Sigma \Delta x_{bolmaly}$  we  $\Sigma \Delta y_{bolmaly}$  – bolmaly koordinatalar artmasynyň jemi ( $m$ ).

Diagonal ýörelgede bolmaly koordinatalar artmasy aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar:

$$\Sigma \Delta x_{bolmaly} = X_{ahyrky} - X_{başlangyç}; \quad \Sigma \Delta y_{bolmaly} = Y_{ahyrky} - Y_{başlangyç}.$$

Bu ýerde:

$X_{ahyrky}$  we  $X_{başlangyç}$  – başlangyç we ahyrky nokatlaryň absissa oklary boýunça gönüburçly koordinatalary ( $m$ );

$X_{ahyrky}$  we  $X_{başlangyç}$  – başlangyç we ahyrky nokatlaryň ordinata oklary boýunça gönüburçly koordinatalary ( $m$ ).

Biziň mysalymyzda absissa we ordinata oklarynda goýberilen 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. Ýalňyşlygyň ululygyny hasaplanymyzdan soňra, ýalňyşlygyň goýberilýänligini ýa-da goýberilmeýänligini barlamak maksady bilen *absolýut* we *otnositel* ýalňyşlyklary aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$f_{abs} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \quad f_{om} = \frac{f_{abs}}{P} \leq \frac{1}{2000}.$$

Bu ýerde:

$f_{abs}$  we  $f_{om}$  – absolýut we otnositel ýalňyşlyklaryň ululygy ( $m$ );  
 $1/2000$  – ölçegiň takyklygyna bagly bolan ululyk;

$P$  – ýörelgäniň uzynlygy ýa-da perimetri ( $m$ ).

Biziň alan mysalymyzda poligon boýunça absolýut we otnositel ýalňyşlyklaryň mukdary aşakdaky bahalara deň bolar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,67^2 + 0,55^2} = 0,87 \text{ m}; \quad f_{om} = \frac{0,87}{2898} = \frac{1}{3300} \leq \frac{1}{2000}.$$

Diagonal ýörelge boýunça *absolýut* we *otnositel* ýalňyşlyklaryň mukdary aşakdaky ýaly alynýar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,43^2 + 0,40^2} = 0,59 \text{ m}; \quad f_{om} = \frac{0,59}{886} = \frac{1}{1500} \leq \frac{1}{1000}.$$



8. Koordinatalar artmasyny berkitmek üçin absissa we ordinata oklary boýunça tapylan çyzyk ýalňyşlyklaryny ( $f_x$  we  $f_y$ ) her bir çyzygyň uzynlygyna proporsional paýlaýarys. Düzedişleri çyzyklaryň uzynlygyna proporsional paýlamakda aşakdaky formulalar ulanylýar:

$$\vartheta_x = \frac{f_x}{P} \cdot S \quad \text{we} \quad \vartheta_y = \frac{f_y}{P} \cdot S.$$

Bu ýerde  $P$  we  $S$  onluk ýa-da ýüzlük metrlerde aňladylýar. Ýokardaky formulalardan görnüşi ýaly, düzedişiň bahasy poligonaky çyzyklaryň gorizental kesimleriniň uzynlygyna proporsionaldyr. Düzedişiň alamaty tapylan çyzyk ýalňyşlyklarynyň ters alamaty bilen alynýar.

9. Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamagy geçirmek üçin çyzyklaryň düzedilen koordinatalar artmasyny we başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatalaryndan peýdalanylýan, beýleki nokatlaryň koordinatalaryny tapýarys. Nokatlaryň gönüburçly koordinatalary 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 koordinatalary ( $m$ );

$X_{n-1}$  we  $Y_{n-1}$  – başlangyç nokatlaryň gönüburçly koordinatalary ( $m$ ).

«Nokatlaryň koordinatalaryny hasaplamak» tablisasyny gönüden-göni EHM-leriň huşuna maglumatlary girizmek bilen hasaplamak we gurmak bolar. Bu işleri amala aşyrmak maksady bilen, ýöriteleşdirilen programmaly *GIS MapInfo*, *Panarama*, *GisTalking*, *AutoCad*, *AutoMap* we ş.m. ösen tehnologiýalar dünýä tejribesinde giňden ulanylýar. Bu programmalar rastr kartalary, aerokosmos suratlary bilen hem işlemäge ukyplydyr.

## Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamagyň wedomosty

Nokatlaryň tertibi №/№	Ölçenilen gorizonttal burçlar (°)	Direksion burçlar (°)	Gorizonttal kesimleriň uzynlygy (m)	Nokatlaryň gönüburçly koordinatalary (m)	
				X	Y
PP48	0,00	44,550		1000,000	1000,000
PP49	16817,0	56,275	201,700		
I	23524,0	0,883	151,800	1112,048	1167,702
II	9515,0	85,642	200,150	1263,877	1170,002
PP51	24442,5	21,275		1279,150	1369,520
PP50					
	74335,0		P=553,650		
<b>Burç ýalňyşlygy</b> $f_b=0,033$			$f_x=0,172 m$		
<b>Goýberilýän burç ýalňyşlygy</b> $f_g=0,050$			$f_y=0,148 m$		

«Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamak» tablisasy EHM-leriň *BASIC* dilinde, programmanyň esasynda işlenilmeginiň gysgaldylan görnüşinde 6 sany sütünleri özünde jemleýär (6.2.8-nji tablisa). Programmanyň ölçenilen gorizonttal burçlary, başlangyç çyzygyň direksion burçy, ölçenilen çyzyklaryň uzynlyklary, başlangyç (eger-de ýörelge ýapyk bolsa) we ahyrky (eger-de ýörelge açyk ýa-da diagonal keşbinde bolsa) nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny gizmek bilen, hasaplamak işlerini geçirip netijeleri almak mümkin.

### 6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak

Plany gurmagy standart kagyзда koordinatalar toruny gurmakdan başlaýarys. Koordinatalar tory kwadrat görnüşinde gurulýar. Adatça, koordinatalar torlarynyň uzynlyklary gurulýan planlaryň we kartalaryň masşablaryna baglylykda alynýar. Eger-de kartanyň masşaby  $1:10000$  bolsa, onda kwadratlaryň taraplarynyň uzyn-

lygy  $10\text{ sm-den}$ ,  $1:25000$  bolsa  $4\text{ sm-den}$ ,  $1:50000$ ,  $1:100000$  we  $1:200000$  masştably kartalary üçin bolsa  $2\text{ sm-den}$  alynýar.  $1:1000$ ,  $1:2000$ ,  $1:2500$  we  $1:5000$  masştably planlarda kwadratyň taraplarynyň uzynlyklary  $10\text{ sm}$  aralykdan alynýar. Eger-de kwadratyň tarapynyň uzynlygy  $10\text{ sm}$  bolsa, onda tory gurmakda *F. B. Drobysýewiň* çyzgyjyndan peýdalanmak bolar (*6.39-njy surat*). Bu çyzgyjyň kömegi bilen gurlan tory Pifagoryň teoremasynyň formulasy arkaly barlamak hem bolar.

Gerek bolan kwadratlaryň sanyny guruljak planyň gönüburçly koordinatalarynyň bahalary boýunça kesgitlemek bolar. Eger-de  $1:10000$  masştably kartanyň torlary üçin hasaplamany geçirsek, onda onuň  $1\text{ sm}$  ýerine  $100\text{ m}$  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 masştabynda  $4, 5, 10\text{ sm-e}$  (kwadratyň tarapyna) düşýän aralyk;

$x_{\max}$  we  $x_{\min}$  – absissalar oky boýunça iň uly we iň kiçi bahalar ( $m$ );

$y_{\max}$  we  $y_{\min}$  – ordinata oklary boýunça iň uly we iň kiçi sanlaryň bahalary ( $m$ ).

Getirilen mysal boýunça kwadratlaryň sany, eger-de kartanyň masştaby  $1:10000$  bolsa, onda  $X$  we  $Y$  oklar boýunça aralyklar aşakdaky ýaly alnar:

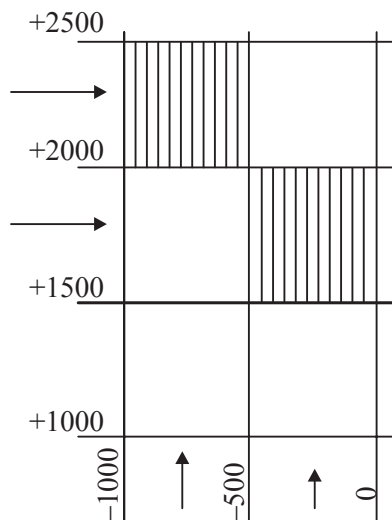
Planyň ýa-da kartanyň toruny gowy ýiteldilen  $T, T1, T2$  ýaly gaty galamlar bilen çyzýarys. Tory gurlandan soňra, *F. B. Drobysýewiň* çyzgyjynyň kömegi bilen onuň dogry gurlanlygyny barlaýarys (*6.39-njy surat*). Toruň her bir kwadratlarynyň dogry gurlanlygyny barlamak üçin gurlan bir kwadratyň diagonalyny sirkul-ölçeýji bilen ölçäp, sirkulyň aýajyklary arkaly alnan ädimi tordaky beýleki kwadratlaryň diagonalary bilen deňeşdirýäris. Eger-de olaryň

arasynda *tapawut* bolmasa ýa-da tapawut  $0,2\text{ mm}$  aralykdan köp geçmese, koordinatalar torlarynyň dogry gurlandygyny görkezýär.



6.39-njy surat. F. B. Drobyşýewiň çyzgysy

Tory guranymyzdan soňra onuň her bir okuna degişli sanlary ýazmak bilen belgileýäris. Koordinatalar oklarynyň bahalaryny ýazmakda gurulýan planyň ýa-da kartanyň sahypasynyň, takmynan, orta düşmegini gazanmalydyr.



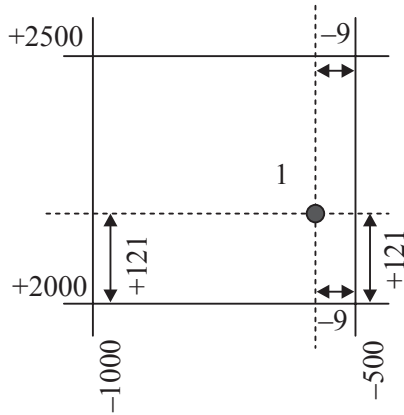
6.40-njy surat. Koordinatalar tory

Alan mysalymyzda 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-nji nokatlaryň gönüburçly koordinatalary boýunça, koordinatalar torunyň absissa we ordinata oklarynyň belgileriniň käbirini 6.40-njy suratdan görýärsiňiz. Şu tor boýunça 1-nji we 2-nji nokatlary olaryň gönüburçly koordinatalary boýunça, «*Nokatlaryň gönüburçly koordinatalaryny hasaplamagyň tablisasyndan*» alyp guralyň. Bu nokatlaryň koordinatalary aşakdaky bahalara deňdir:  $X_1=2120,80\text{ m}$ ;  $Y_1=-509,25\text{ m}$  we  $X_2=1850,08\text{ m}$ ;  $Y_2=-133,85\text{ m}$ . Nokatlaryň düşýän kwadratlaryny we ýerleşýän ýerini 6.41-nji suratdan görýärsiňiz.

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

Nokady gurmazdan öňürti, ilki bilen, biziň nokadymyzyň haýsy absissa oklarynyň arasynda ýerleşýändigini kesgitlemek gerekdir. 1 nokadyň koordinatalaryna esaslan-sak, onda ol günortada 2000 m we demirgazykda bolsa 2500 m bahasy bolan absissa oklarynyň aralygynda, ordinata oklary -1000 m günbatarda we -500 m gündogarda çäklenýär.

Nokadyň düşýän kwadratyny galam bilen gaty basman, kwadrat ýeňil tapar ýaly derejede ştrihleýäris. Kwadratnyň günorta absissa okundan demirgazyk ugurda nokadyň koordinatalar oky boýunça artmasyny, ýagny  $\Delta x = 2120,80 - 2000,00 =$



6.41-nji surat. Berlen nokady koordinatalary boýunça geçirmek

$= 120,80 m (\Delta x \approx 121 m)$  ululygy 2000 metrlik kwadratnyň günbatar we gündogar taraplarynda sirkul-ölçeýjiniň we masştab çyzgyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys. Kwadratnyň gapdal taraplarynda alnan iki nokady gorizonta ugurda birleşdirýäris. Netijede, nokadyň absissa oky boýunça ýerleşýän ýerini taparys.

Edil şular ýaly 1 nokadyň düşýän kwadratynyň demirgazyk we günorta taraplarynda alyp goýmaly koordinatalar artmasyny tapalyň, şonda ol aşakdaky bahalara deň bolar:

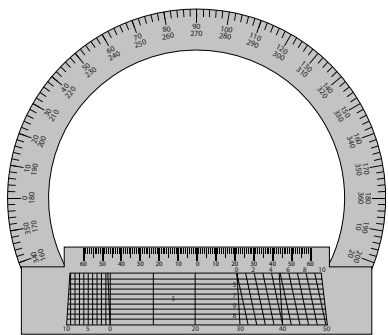
$$\Delta y = -509,25 - (-500,00) = -9,25 \approx -9 m.$$

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 gözleýän nokadymyz bolar. Guran nokadymyzy diametri 1 – 1,5 mm bolan tegelegi çyzmak bilen belgileýäris.

Edil şular ýaly tertipde poligon we diagonal ýörelgedäki nokatlary plana geçirýäris. Gurlan nokatlaryň dogrulygyny barlamak maksady bilen, goňşy iki nokadyň plandaky aralygyny sirkul-ölçeýjiniň we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen ölçäýäris.

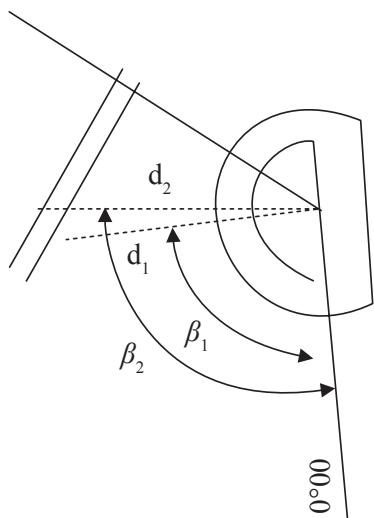
Alnan netijäni çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlyklary bilen deňeşdirýäris. Olaryň arasyndaky tapawut planda 0,2 mm-den geçmeli däldir.

Ýer üstüniň planyna reýkaly nokatlary geçirmek üçin, geodeziki transportir, masştab çyzygyjy we sirkul-ölçeýji zerurdyr. Geo-



**6.42-nji surat.** Geodeziki transportir

*l* nokatdan surata almakda başlangyç ugry bolup 1-2 tarap alynýar. Bu nokada transportiriň 0-180° diametrini şu çyzyga görä goýýarys we ilki bilen, başlangyç ugur boýunça gorizont burçy alyarys. Soňra şu



**6.43-nji surat.** Teodolit bilen surata alnanda nokatlaryň polýar usuly bilen geçirilişi

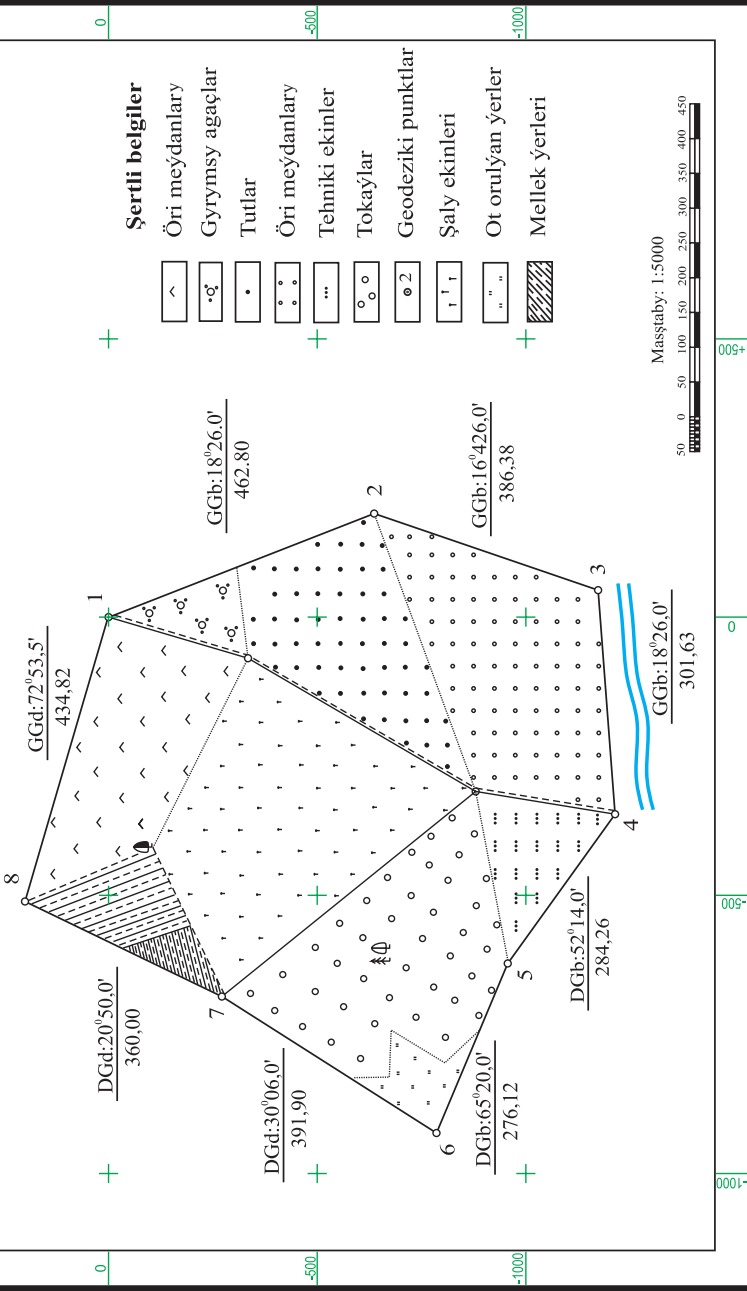
dezikiki transportiriň ýerine ýönekeý mekdep transportirini ulanmak hem bolar (6.42-nji surat).

Plana sudurly nokatlary geçirmek üçin, maglumatlary teodolit bilen surata almagyň tablisasyndan we abrisinden (6.43-nji surat) alyarys. Reýkaly nokatlar alnyp goýlanda sagat diliniň ugruna 0°00-dan başlap, ýer üstüni *l* nokatdan surata almakda başlangyç ugry bolup 1-2 tarap alynýar. Bu nokada çenli aralygy sirkul-ölçeýjiniň we kese masştab çyzygyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys we berlen nokadyň plandaky ýagdaýyny tapýarys.

Polýar usulynda nokatlary plana geçirmek üçin, ilki bilen, başlangyç ugrundan berlen ugra çenli gorizont burçlary ( $\beta_1$  we  $\beta_2$ ) transportiriň kömegi bilen alyp goýýarys. Soňra *l*-nji nokatdan reýkaly nokatlara çenli aralyklary ( $d_1$  we  $d_2$ ) sirkul-ölçeýji we kese masştab çyzygyjynyň kömegi bilen geçirýäris.

Nokadyň daşynda diametri 1,0–1,5 mm bolan tegelekleri çyzýarys we onuň sag tarapyndan tertibini ýazýarys. Ähli nokatlar surata alynmagyň usullary boýunça plana geçirilýär.

## ÝER ÜSTÜNIŇ PLANY



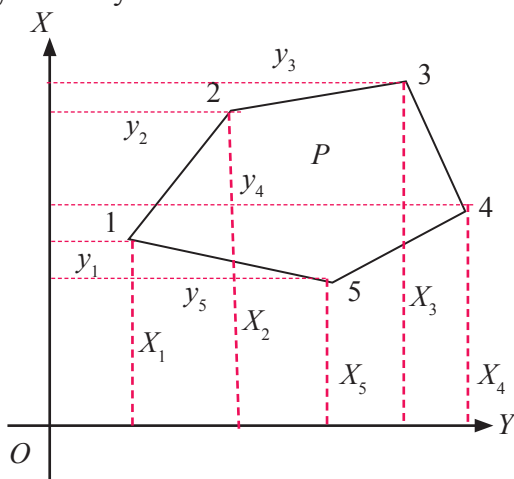
6.44-nji surat. Teodolit bilen surata almagyň plany

Gurlan plany degişli şertli belgilere laýyklykda tuşda bezeýäris (6.44-nji surat). Ýaşyl tuş bilen koordinatalar torlaryny we ösümlikleri; gök tuşda ýer üstüniň gidrografiýa torlaryny; ýer üstüniň galan elementlerini gara tuşuň kömegi bilen çyzmak bolar.

### 6.2.15. Poligonyň umumy meýdanyny kesgitlemek

Meýdan kesgittenilende teodolit bilen surata almagyň poligony alty burçdan köp bolsa, onda suduryň meýdanyny onuň daş-töweregindeki nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary ýa-da çyzyklaryň gönüburçly koordinatalar artmasy boýunça hasaplamak amatly bolar.

Ýapyk poligonyň ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemegiň formulasyny getirip çykarmak üçin başburçlугy alalyň (6.45-nji surat). Bu 1–2–3–4–5 ýapyk poligonyň meýdanyny trapesiýalaryň meýdanında aňlatmak bolar. Olaryň esaslary bolup absissa okunyň bahalary, ordinata oklarynyň bahalarynyň tapawudy bolup trapesiýalaryň beýiklikleri hyzmat edýär.



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

Poligonyň meýdanyny onuň çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary 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 ( $m$ );

$y_1, y_2, y_3, y_4$  we  $y_5$  – nokatlaryň ordinata oklary boýunça bahalary ( $m$ ).

Şu aňlatma üýtgedileninden, gysgaldylynyndan hem-de  $x$  we  $y$  oklary boýunça toparlanylandan soňra şu aşakdakyny alarys:

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

Ýaýy (skobkany) açyp, çalşygy geçirip aşakdakyny 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 koordinatalarynyň absissa we ordinata oklary boýunça tapawutlarynyň jeminiň nola deň bolmagy hökmandyr.

Poligonyň meýdanyny koordinatalar artmasy we nokatlaryň gönüburçly koordinatalary boýunça hasaplamak üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

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

ýa-da

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

200 ga çenli poligonyň meýdanyny koordinatalary  $0,1$  metre, emma ondan uly bolsa 1 metre çenli takyklykda tegelekläp kesgitlemek bolar.

Meýdany kesgitlemegiň barlagyny şu 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 nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary boýunça hasaplanylşyna degişli mysaly 6.2.9-njy tablisadan görmek bolar.

6.2.9-njy tablisa

**Suduryň meýdanyny gönüburçly koordinatalary boýunça kesgitlemek wedomosty**

№	$x_n$	$y_n$	$x_{i-1}-x_{i+1}$	$y_{i+1}-y_{i-1}$	$y_1 \cdot (x_{i-1}-x_{i+1})$	$x_1(y_{i+1}-y_{i-1})$
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
$P=(339569+339570)/2=169785 \text{ m}^2/10000=16,98 \text{ ga}; P=16,98 \text{ ga}$						

Analitiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň takyklygy meýdanda geçirilýän ölçegleriň takyklygyna bagly bolýar. Diýmek, meýdany kesgitlemegiň takyklygy ýerde çyzyklaryň we gorizont burçlaryň ölçeniliş takyklygyna deňdir.

Tehnikanyň ösmegi geodeziýada hasaplamak işlerini geçirmegiň awtomatlaşdyrylmagy netijesinde elektron hasaplaýyş maşynlarynda sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemäge giň mümkinçilik berýär. Bu bolsa täzeden-täze geodeziýa gurallaryny oýlap tapmagy, hasaplaýyş işleriniň öndürjiliginini ýokarlandyrmagy talap edýär. Standart foto-telegraf enjamlary, fotoelektron planimetrleri ulanmak özüniň gowy netijelerini berýär.



# VII

## TAHEOMETRIKI SURATA ALMAK

### 7.1. Taheometriki surata almagyň mazmuny. Ulanylýan gurallar

**Taheometriki surata almak** ýer üstüni topografiki surata almagyň bir görnüşidir. Surata almagyň bu usuly teodolitiň ýa-da ýörite gurallaryň: *teodolit-taheometriň*, *taheometriň* kömegi bilen geçirilýär.

Surata almagyň şu usulynda ölçegleriň çaltlygy plandaky alynýan nokadyň ýagdaýynyň we beýikliginiň polýar usuly bilen, taheometriň (grek. *taphos* (*tacheos*) – *tiz*, *calt*, grek. «*metrios*» – «*ölçeyärin*», ýagny «*çalt ölçeyärin*») diýen manyda türkmen diline terjime edilýär) görüş trubasyny bir gezek nokada öwürmek bilen kesgitlenilýär. Bu ýagdaýda guraldan reýka çenli aralyk (uzaklykölçeýji boýunça) we reýka ugrukdyrylýan gorizental hem-de wertikal burçlar (ýapgytlyk burçy, zenit aralygy) ýa-da surata alynýan nokadyň stansiýadan beýikligi taheometriň kömegi bilen ölçenilýär.

Taheometriki surata almak teodolit sýomkasyndan ýer üstüniň sudurlaryndan başga-da relýefiň alynýanlygy bilen tapawutlanýar, emma menzula bilen surata alynmada ýer üstüniň plany meýdan şertlerinde düzülýär, taheometr bilen surata almak kameral ýagdaýynda sýomkanyň işlenilen meýdan materiallarynyň we krokisiň esasynda geçirilmegi bilen biri-birinden tapawutlanýar.

Taheometriki surata almagy haçan-da ýeriň üstüni menzula bilen surata almak mümkin bolmadyk howa şertlerinde ulanýarlar, emma ulanylýan gurallar has sada işleri we meýdan işlerini gysga wagtyň içinde geçirmäge mümkinçilik berýär. Ondan başga-da taheometriki surata almagyň plany has gysga wagtyň içinde düzülýär, şeýle-de bu surata almagyň materiallarynyň kameral işlerini meýdan ölçegleri bilen meşgullanmadyk başga bir ýerine ýetiriji hem geçirip bilýär. Bu hili surata almagyň materiallary kompýuterlerde we grafogurujylarda *ýer üstüniň sanly modelini* (ÝÜSM) gowy awtomatlaşdyrmaga mümkinçilik berýär.

Taheometriki sýomkanyň kynçylygy ýer üstüniň relýefini gorizontallar bilen şekillendirmek surata alynýan nokatlaryň we piketleriň dogry

hem-de doly saýlanyp alynmagynda durýar. Topografiki plany düzüjiniň ýer üstüni görmezden sudurlary we gorizontallary kameral ýagdaýda amatly geçirmegi, şeýle-de gerek bolan takyklygy we anyklygy (jikme-jikligi) gazanmagy wajyp bahany alýar. Bu kynçylyk, aýratyn-da, düzlük ýerli şertlerinde kiçi, ýygy-ýygydan üýtgeýän eňňitlikleri, köp mukdardaky nokatlary almak bilen ýeňip geçilýär. Taheometriki sýomkasy, menzula we gözçenli surata almak bilen deňeşdirilende, kyn, çylşyrymly sebitlerde gorizontallary we krokini (abrisi) geçirmekde oňyn şertleri döredýär. Taheometriki sýomkada düzülýän planyň dogrulygy, surata almaga başlamazdan oň we täze sýomkany geçirmek bilen barlamak mümkinçilikleri hem göz önünde tutulýar.

Taheometriki surata almak kiçi ýer üstüniň uly masştably planyny we ÝÜSM-i döretmek üçin geçirilýär. Bu bolsa oba hojalygynda ýer we şäher kadastryny geçirmek, oba ilatly mesgenlerini abadanlaşdyrmak (planirmek), ýerleri şahsy ulanyjylara bölüp bermek, melioratiw we eroziýa garşy çäreleri geçirmek, çyzykly gurluşlary trassirmek ýaly işlerde ulanmaga amatly şertleri döredýär.

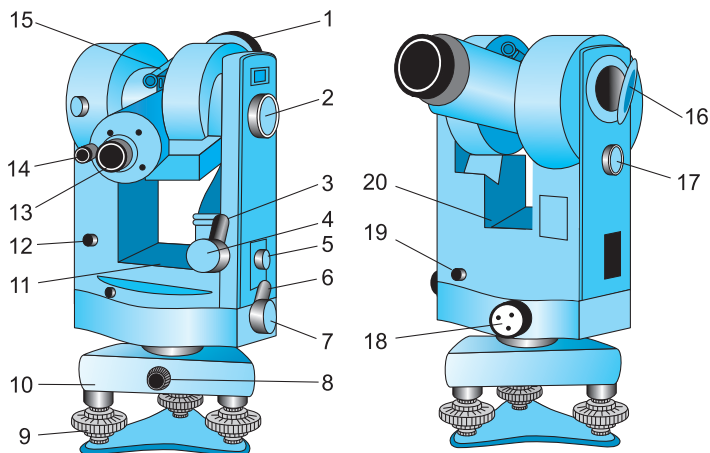
Taheometriki sýomkanyň surata alyş esasy hökmünde dolduryjy torlara daýanýan taheometriki ýörelgeler alynýar. Ýer üstüniň elementlerini we relýefini surata almagy geçirmek şol bir wagtyň özünde taheometriki, şeýle-de teodolit sýomkasy bilen ýörelgeleri döretmek bilen alnyp barylýar, emma taheometrler bilen işlenilende ýörelgelerde sapakly uzaklykölçeýjiler bilen aralygy we taheometriki ýörelgäniň uzynlygyny ölçemekte ýörite görkezmelere esaslanylýar. Şonuň üçin hem taheometriki surata almagyň esasynda sýomka edilýän meýdan çäginde gerek bolan geodeziki punktlar bilen üpjün etmekde triangelýasiýa, poligonometriýa, teodolit ýörelgeleri ulanylýar.

Taheometriki surata almagy geçirmek üçin gurallar hökmünde ýörite reýkalar, *2TH* we *Delta 010B* nomogrammalý taheometrler we elektron taheometrler ulanylýar.

## 7.2. Nomogrammalý taheometrler

**Nomogrammalý *2TH* taheometri (7.1-nji surat).** Bu gural *2T5K* teodolitiniň toplumy görnüşinde bolup, öz düzümine gorizonta we wertikal (ýapgytlyk) burçlary hem-de uzaklykölçeýji – beýiklikölçeýji

nomogrammany alýar. Nomogrammanyň kömegi bilen gorizonta kesimiň uzynlygy ( $s$ ) we beýgelme ( $h$ ) kesgitlenilýär. Wertikal tegelekdäki silindrik uroweniň funksiýasyny optiki kompensator ýerine ýetirýär. Ol hasap ştrihini awtomatiki gorizonta ýagdaýyna getirýär. Görüş trubasy predmetiň göni şekilini berýär. Nomogrammany tegelek görüş trubasynyň we egriniň nomogrammany bilen bilelikde gorizonta tegelegiň okuna gozganmaýan ýagdaýynda berkidilendir. Nomogramma görüş trubasynyň wertikal tegeleginiň çepinde ( $\zeta T$ ) görünýär. Gorizonta kesim we beýgelme ölçenilende başlangyç egri reýkanyň nol ( $0$ ) ştrihine seretdirilýär, emma  $0$  nokat bolsa reýkanyň aşagynda, guralyň beýikligine deň bolan aralykda ýerleşdirilýär. Bu ýagdaýda  $S$  egriniň gabadyndan reýkadan alnan  $a$  hasaby, uzaklykölçeýjiniň koeffisiýentini 100-e deň diýip alýarys.



**7.1-nji surat. 2TH nomogrammany taheometr:**

1 – görüş trubasy; 2 – kramalýera; 3,6 – berkidiji gurluş; 4 – görüş trubasyny öwrüji nurbat; 5 – sentririň okulyar bölegi; 7 – gorizonta tegelegiň öwrüji nurbaty; 8 – metal goýguyjyň berkidiji nurbaty; 9 – goýguyjyň göteriji nurbaty; 10 – metal goýguç; 11 – silindrik uroweni; 12 – silindrik uroweniň ýustirleýji nurbaty; 13 – görüş trubasynyň okulyary; 14 – hasap mikroskopynyň okulyary; 15 – kollimator nurbaty; 16 – ýagtylandyryş aýnasy; 17 – wertikal tegelegiň örtügiň tutgujy; 18 – gorizonta tegelegi öwrüji tutguç; 19 – tegelek-agtaryjynyň penjirejigi; 20 – tegelek uroweni

7.2-nji suratda ol 32 metre deňdir. Beýgelmäniň hasaplary, ýagny ýapgytlyk egrisiniň koeffisiýentleri 10, 20, 50 we 100 çäklerinde berilýär. Ol bolsa görüş trubasynyň görüş meýdanynda wizir okunyň

ýapgytlyk burçuna baglylykda alynýar. Beýgelmeler otrisatel bolan ýagdaýynda koeffisiýentleriň alamatlary « $\leftrightarrow$ » görnüşli bolýar. Görüş trubasynyň görüş meýdanynyň sagynda iki gysga gorizental strihler, sapakly uzaklykölçeýjiniň koeffisiýentiniň 200-e deňdigini görkezýär.

Taheometriň nomogrammasynyň işleýiş prinsipi wertikal tegelekdäki silindrik uroweniň düwmesini orta getirmek bilen,  $k$  nokatdaky esasy egrini  $s$  (sapaklaryň kesişmesini) asma ýagdaýda duran reýkanyň  $i$  guralyň beýikligini görkezýän nol ştrihine öwürýäris, emma egriniň gorizental kesiminden  $s_1$  alnan hasap uzaklykölçeýjiniň hasabyny  $I_s$  berýär. Bu ýerde çyzygyň gorizental kesiminiň uzynlygyny kesgitlemek üçin  $I_s$ -i uzaklykölçeýjiniň koeffisiýentine  $K_s = 100$  köpeltmek bolar:

$$s = K_s \cdot I_s.$$

Bu ýagdaýda toruň wertikal sapagy reýkanyň ortasynda ýerleşmelidir. Ine, şular ýaly nomogrammanyň kömegi bilen aralyk ölçenilýär.

Uzaklykölçeýjiden egriniň esasy bilen beýgelme egrisiniň arasyndaky  $l_h$  hasaby uzaklykölçeýjiniň koeffisiýentine  $K_h = +10$  köpeltmek bilen nokatlaryň arasyndaky beýgelme kesgitlenilýär:

$$h = K_h \cdot l_h.$$

2TH teheometrinde gorizental we ýapgytlyk burçlary, guralyň iki tegeleginde ölçenilýär. 7.3-nji suratda görkezilen optiki mikroskopdan (14) hasaplar alynýar (gorizental tegelegiň limbinden alnan hasap  $125^{\circ}05,4'$ , emma wertikal tegelekden alnan hasap bolsa  $0^{\circ}34,6'$  baha deňdir. Taheometr tegelek-agtaryjysyny (19) alýar. Onuň kömegi bilen limbiň bölekleriniň arasyndaky priýomlaryň üýtgemegi bilen gorizental tegelegiň ýagdaýyny üýtgetmek mümkin, şeýle-de başlandyç (0) hasaby goýmak bilen limbi berlen ugurda oriýentirmek bolýar. Wertikal tegelegiň limbi  $0^{\circ}$ -dan  $75^{\circ}$ -a we  $0^{\circ}$ -dan  $-75^{\circ}$ -a çenli sektorly sanlaşdyrmany alýar. Bu bolsa sanyň alamatyny göz önünde tutmak bilen limbden hasaby almaga ýardam berýär. 2TH taheometrinde wertikal tegelekdäki hasaplar gapma-garşylykly alamatlary alýarlar. Şonuň üçin ýapgytlyk burçy aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar:

$$N\acute{Y} = \frac{R+L}{2}; \quad v = \frac{R-L}{2}; \quad v = L - N\acute{Y}.$$

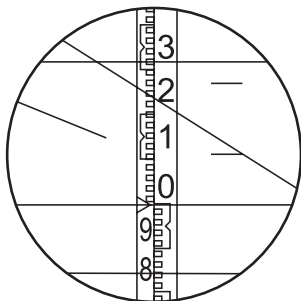
Bu ýerde:

$R$  – wertikal tegelegiň sagyndan alnan hasap ( $^{\circ}$ );

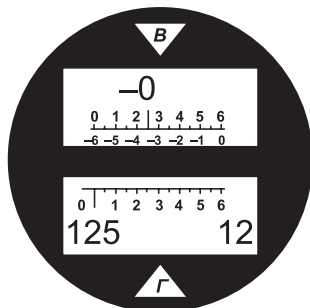
$L$  – wertikal tegelegiň çepinden alnan hasap ( $^{\circ}$ );

$N\acute{Y}$  – nol ýeri;

$v$  – wertikal burç.



7.2-nji surat. 2TH taheometriniň görüş trubasynyň görüş meýdany



7.3-nji surat. 2TH taheometriniň hasap mikroskopynyň görüş meýdany

**1-nji mysal:** Taheometriň çep tegeleginden alnan hasap  $L = 10^{\circ} 15,0'$ -a, sagdan alnan hasap bolsa  $R = -10^{\circ} 15,4'$ -a deň. Wertikal tegelegiň nol ýerini we wertikal burçy hasaplaň.

**Çözülişi.**

Ilki bilen, wertikal tegelegiň nol ýeri aşakdaky ýaly hasaplanýar:

$$N\acute{Y} = 1/2(10^{\circ} 15,0' - 10^{\circ} 15,4') = -0^{\circ} 00,2'$$

Wertikal burçy aşakdaky ýaly hasaplamak bolar:

$$v = 1/2(10^{\circ} 15,0' + 10^{\circ} 15,4') = +10^{\circ} 15,2'$$

ýa-da

$$v = 10^{\circ} 15,0' - (-0^{\circ} 00,2') = +10^{\circ} 15,2'$$

we

$$v = 0^{\circ} 00,2' - (-10^{\circ} 15,4') = +10^{\circ} 15,2'.$$

Optiki sentrir taheometriň alidada böleginde ýerleşýär. Sentrire gapma-garşylykly tarapda ýagtylandyryş aýnasynyň aşagynda hasap mikroskopynyň ýokarky bölegini ýapmak üçin tutguç goýlandyr. Bu bolsa ýapgytlyk burçlarynyň ölçenilmegi talap edilmeyän wagty ulanylýar, şeýle-de ol meýdan işleri döwründe tötänleýin hasaplaryň alynmazlygy üçin goýulýar.

*2TH* taheometri kartografiki stoljuk bilen bilelikde önümçilige goýberilip hem bilner. Kartografiki stoljygyň kömegi bilen gönüden-göni meýdan şertlerinde menzula sýomkasyna meňzeşlikde kartografiki surata almagy geçirip bolýar. Taheometr kartografiki stoljygyň planşetini alidada berkitmek üçin gurluşyny hem alýar.

Guralyň toplumyna urowenli iki eplenýän reýka we nolunjy beýikligi düzetmek üçin goýgujy hem girýär. Goýgujy beýiklik boýunça süýşürmek bilen reýkanyň 0 hasabyny taheometriň beýikligine dogrulaýarys. Bu ýagdaýda ölçegiň dowamynda guralyň beýikligi bilen reýkanyň 0 hasabynyň tapawudyna düzedişleri girizmek meselesi aradan aýrylýar.

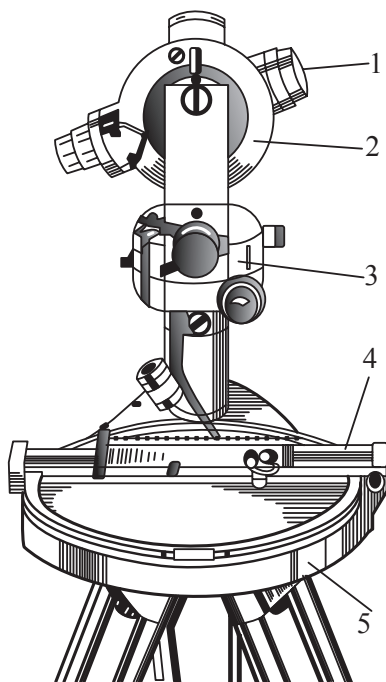
*2TH* taheometri aşakdaky tehnik berlenleri: gorizonta we werikal burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 6", nomogrammalý egri boýunça aralygy ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 100 metrde 15 sm, beýgelmäni ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 100 metrde, degişlilikde, 3, 5, 10 we 15 sm, werikal tegelegiň kompensatorynyň täsiri 4', kompensatory goýmagyň ýalňyşlygy 2" bilen häsiýetlendirilýär.

**Nomogrammalý *Delta 010B* taheometri (7.4-nji surat).** Bu taheometr niýetlenilişi, gurluşy we ölçegleriniň takyklygy boýunça *2TH* taheometrine meňzeşdir. Onuň görüşi trubasy uroweni alýar. Bu bolsa ýeriň üstünde tehnik niwelirlemegi geçirmäge mümkinçilik berýär.

Taheometriň toplumynda ýörite reýka, onuň aşagyndan 1,4 m beýiklikde gara nol markasy ýerleşýär. Reýka klin görnüşli sim bölekleri geçirilen. Oňa nolunjy markadan başlap ýokaryk we aşak gara we gyzyl reňkleriň çalyşmagy bilen metrlik bahalary ýazylýar.



Markadan aşaky hasaplara otrisatel beýgelme degiřlidir. Taheometr bilen bilelikde süýşýän reýkanyň taheometriň beýikligine nol markany goýmak üçin ulanylmagy hem mümkindir.



**7.4-nji surat.** Delta 010B Karti-250 taheometri stoljygy bilen:

*1 – görüş trubasy; 2 we 3 – wertikal we gorizonta tegelekler; 4 – çyzgyçly we lupaly galtek; 5 – stoljuk*

Taheometri sentrirmek optiki ýa-da sapak asmasynyň, şeýle-de gysylan stol-sentiriň kömegi bilen geçirilip bilner.

Wertikal tegelegiň limbinde bölekler 0-dan 360°-a çenli aralykda ýazylýar. Eger görüş trubasynyň wizir oky gorizonta bolsa, onda limb boýunça hasaplar 0°-a deň bolman, eýsem 90°-a deňdir. Şunuň bilen baglylykda, ýapgytlyk burçuny hasaplamakda *nol ýerini (NÝ)* tapman, eýsem gorizont ýerini (*GÝ*) aşakdaky formulalar boýunça hasaplaýarys:

$$G\acute{Y} = \frac{R + L - 180^\circ}{2}; \quad v = \frac{R - L - 180^\circ}{2};$$

$$v = G\acute{Y} - L; \quad v = R - G\acute{Y} - 180^\circ.$$

Bu ýerde:

$R$  we  $L$  – taheometriň wertikal tegeleginiň sag we çep tegeleklerinden alnan hasaplar ( $^\circ$ );

$v$  – ýapgytlyk burçy.

**2-nji mysal:** Taheometriň çep tegeleginden alnan hasap  $L = 79^\circ 43,1'$ , emma sag tegeleginden alnan hasap  $R = 280^\circ 14,1'$  bolsa, onda gorizont ýerini we wertikal burçy kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

Ilki bilen, gorizont ýerini aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$G\acute{Y} = (280^\circ 14,1' + 79^\circ 43,1' - 180^\circ) / 2 = 89^\circ 58,6'.$$

Wertikal burçy bolsa aşakdaky ýaly hasaplap çykaralyň:

$$v = (280^\circ 14,1' + 79^\circ 43,1' - 180^\circ) / 2 = +10^\circ 15,5';$$

$$v = 89^\circ 58,6' - 79^\circ 43,1' = +10^\circ 15,5';$$

$$v = 280^\circ 14,1' - 89^\circ 58,6' = +10^\circ 15,5'.$$

Taheometr bilen bilelikde kartografiki *Karti-250* stoljygy hem ulanylyp bilner.

### 7.3. Taheometriki surata almagyň esaslary

Taheometriki surata almak şol sebitde bar bolan geodeziki tora baglylykda geçirilýär. Bu bolsa taheometriki surata almagyň görkezmeleriniň tehniki talaplaryna laýyklykda punktlaryň gürlüginin düzülýän planyň masştabyna baglylykda alynmagyny talap edýär.

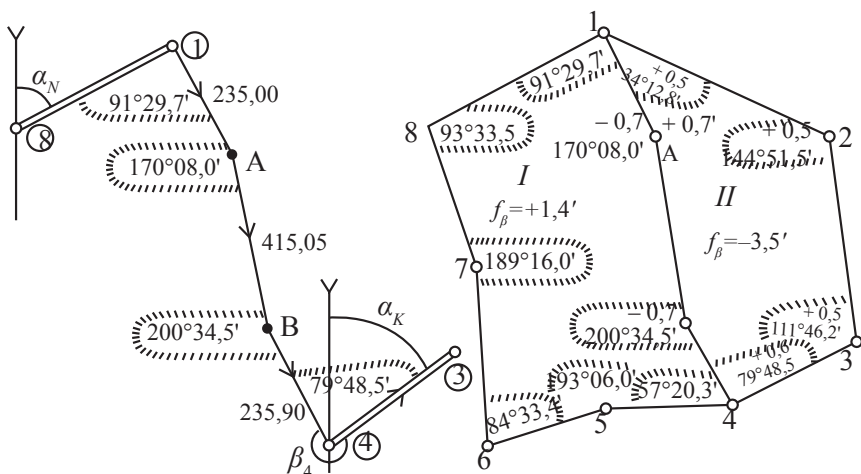
**Taheometriki surata almakda meýdan dergisinde  
ýazgylaryň priýomlary**

Gözegçilik nokady	Gorizontol tegelek boýunça hasaplar (gorizontol burçlar)	Gorizontol kesimiň uzynlygy, $S (m)$	Wertikal tegelek boýunça hasaplar (wertikal burçlar)	$h, m$	$H, m$
Stansiya 77; $G\dot{Y}120=90^{\circ}00,0'$ ; $G\dot{Y}_1 = 90^{\circ}00,5'$					114,78
Sag tegelek (R)					
□ 120	294°29,5'		269°35,3'		
	168°17,3'				
I	126°12,2'		269°49,8'		
			(-0°10,7')		
Çep tegelek (L)					
□ 120	115°37,8'		87°25,3'		
	(168°17,1')				
⊙ I	307°20,7'	154	90°11,2'	-0,48	
			(0°10,7')		
⊙ I	0°00,0'				
1	253°25'	22,2		-1,38	113,40
2	272°31'	39,1		-0,58	114,20
3	306°52'	24,8		-2,02	112,76
4	320°01'	54,5		-0,69	114,09
5	339°30'	61,0		-2,41	112,37
6	0°06'	33,9		+0,62	115,40
7	0°00'	60,0		0	114,78
8	32°15'	80,4		+2,23	117,01
9	55°29'	61,3		+2,64	117,42
10	90°01'	48,2		+2,30	117,08
⊙ I	0°01'				

Taheometriki surata almagyň görkezmelerinde 1:5000 we 1:2000 masşablara baglylykda talaplar aşakdaky ýaly berilýär:

Surata almagyň masşaby	1:5000	1:2000
Maksimal ýörelgäniň uzynlygy (m)	1200	600
Çyzygyň uzynlygy (m)	300	200
Ýörelgede çyzyklaryň sany	6	5

Meýdan işlerine başlanmazýandan önürti topografiki kartada entek bolmadyk taheometriki ýörelgäniň taslamasy düzülýär. Rekognosirovka prosesini geçirmek bilen taslama ýeriň üstünde barlanylýar we ýörelgäniň nokatlary gazyklar, metal bölekler ýa-da başga bellikler bilen berkidilýär. Zerur bolan ýagdaýynda punktlaryň birnäçe ýyllaryň dowamynda saklanmagyny (ulanyjylaryň araçägini dikeltmek we berkitmek üçin) üpjün etmek maksady bilen, olary has-da ynamly bellikler bilen berkidýärler (7.5-nji surat).



**7.5-nji surat.** Taheometriki surata almagy geçirmekde ulanylýan ýörelgeler:  
 8-1-A-B-4-3 – açyk ýörelge; 1-2-3-4-5-6-7-8 – poligon;  
 8-1-A-B-4-5 – diagonal ýörelge

Ýörelgede gorizantal we wertikal burçlar göni we ters ugurlarda nomogrammalý uzaklykölçeýjiler bilen goýlan şerte baglylykda 3...6 priýom bilen ölçenilýär. Relýefiň kesişme beýikligi 0,5 m bo-

landa ýörelgäniň nokatlarynyň beýikligi tehniki niwelirmek bilen kesgitlenilýär. Bu proses görüş trubasyndaky uroweni ulanmak bilen geçirilýär. *Delta 010B* taheometri bilen surata almagyň meýdan dergisiniň (žurnalynyň) ýazgysy 1:2000 masştably planda relýefiň kesişme beýikligi 1 m bolanda 7.1-nji tablisada berilýär.

## 7.4. Ýagdaýlaryň toplumyny we relýefi surata almak

Ýer üstüniň haýsy hem bolsa bir ýagdaýyny (frans. *situation* – *ýagdaý*, *ýagdaýlaryň toplumy*) we relýefini surata almak şol bir wagtyň özünde polýar usulynda sýomka etmek bilen geçirilýär.

7.2-nji tablisa

### 1:2000 we 1:5000 masştably surata almak üçin parametrler

Surata almagyň masştaby	Relýefiň kesişme beýikligi (m)	Maksimal aralyk (m)		
		Piketleriň arasynda	Surata almakda guraldan reýka çenli	
			relýef	sudur
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150

**Situasiýa** – bu topografiki kartalarda we planlarda obýektleri belgilemekde ulanylýan şekilleriň şertli belgileri: suw giňişligi, ösümlükler, ilatly mesgenler, aragatnaşyk ýollary we ş.m. Olar ýer üstüniň elementleriniň aýratynlyklaryny görkezýärler (7.2-nji tablisa).

Relýefiň kesişme beýikligi 0,5 metr bolan düzlük ýerleri surata almakda piketleriň beýikligi ýapgyt şöhlä esaslanmak bilen kesgitlenilýär. Bu bolsa görüş trubasynda goýlan uroweni durnukly ýagdaýda ornaşdyrmak bilen geçirilýär. Bu ýagdaýda niwelir reýkasy piketlerde nol bahanyň ýokarda bolmagy bilen ýerine ýetirilýär. Piketiň beýikligini reýkadan hasaplary almak bilen aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

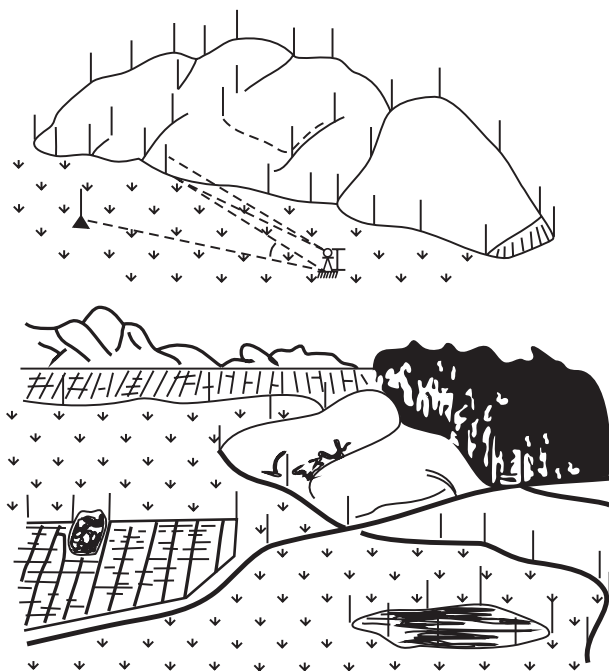
$$H_{pik} = H' + l. \quad H' = H + i - v.$$

Bu ýerde  $H$  – kabul edilen urowen üstünden surata alyş nokadynyň beýikligi;

$i$  – nokadyň üstündäki guralyň beýikligi;

$v$  – reýkanyň uzynlygy;

$l$  – reýkadan alnan hasap ( $mm$ ).

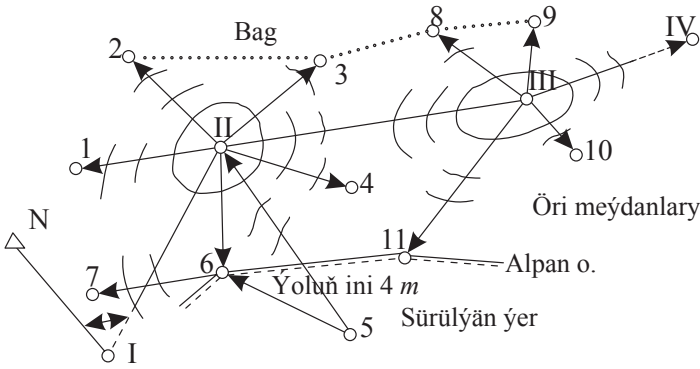


**7.6-njy surat.** Reýkaly nokatlar:

$a$  – beýiklik;  $b$  – sudurly (konturly)

Meýdan dergisinden (žurnalyndan) daşary surata almagyň krokisi (fransuz – *croguis* - ýer üstüniň çalt düzülen çyzgysy – ýer üstüniň böleginiň, wajyp elementleri suratlandyrylan, gözçeni bilen surata almak netijesinde ýerine ýetirilen çyzgysy) ýöredilýär. Bu bolsa sahypada her bir surata alyş nokady üçin alnyp barylýar (7.6-njy surat). Krokisde guralyň duran nokady, şeýle-de ýörelgäniň öňki we soňky nokadynyň ýagdaýlary görkezilýär. Ýörelgäniň ýanaşyk nokatlary çyzyklar bilen birleşdirilýär. Ähli piketler özleriniň tertibi, der-

gide (žurnalda) berlen nokatlaryň tertibi bilen gabat getirmek bilen ýazylyar. Peýkamlar bilen eňňidiň pes taraplary, deň eňňitlikleri alýan goňşy piketleri birleşdirmek bilen görkezilýär.



7.7-nji surat. Taheometriki surata almagyň krokisi

Topografiki plany düzmekde peýkamlar boýunça haýsy piketleriň arasynda interpolirlemek barada öňünden duýmak mümkin. Käbir halatlarda taheometriki surata almagyň krokisinde, relýefiň häsiýetli nokatlarynda gorizontallaryň formasyny görkezýärler.

Edil teodolit bilen surata alnandaky ýaly taheometriki sýomkada hem goňşy nokatlarda ýalňyşlyklaryň bolmagyna ýol bermeli däl. Ýanaşyk surata alyş nokatlarynda berlen masştab üçin ýanaşyk nokatlaryň arasynda ýol berilýän (goýberilýän) aralyklary gaplamak (ýapmak) bilen almak maksadalaýykdyr. Munuň barlagy hökmünde ýanaşyk (goňşy) stansiýada şol bir nokadyň alnyşyny görkezmek bolar (7.7-nji surat).

## 7.5. Taheometriki surata almakda kameral işler

Taheometriki surata almakda kameral işler aşakdaky ýaly berilýär:

- 1) Meýdan dergisinde ölçegleri barlamak.
- 2) Teodolit-niwelir, teodolit-beýiklik we taheometriki yörelgeleriň planly ( $x, y$ ) koordinatalaryny we beýikliklerini ( $H$ ) hasaplamak.
- 3) Her bir stansiýada reýkaly nokatlaryň beýikligini hasaplamak.
- 4) Ýer üstüniň topografiki planyny düzmek we bezemek.

Ýazgylary barlamak we meýdan dergisinde hasaplamak işleri iki adam (gözegçi we onuň kömekçisi) tarapyndan geçirilýär. Bu ýagdaýda gorizonta we wertikal burçlar, gorizonta kesimleriň uzynlyklary, ýörelgäniň göni, ters we orta beýgelmeleri gaýtadan hasaplanylýar. Ýüze çykarylan ýalňyşlar degişli düzedişler bilen aradan aýrylýar.

Ýörelgäniň nokatlarynyň planly koordinatalaryny  $(x, y)$  hasaplamak we berkitmek edil teodolit bilen surata almakdaky ýaly geçirilýär. Bu ýagdaýda ýörelgäniň goýberilýän burç ýalňyşlygy, haçanda ölçeg 30"-lyk teodolit bilen geçirilen bolsa, onda aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{pgöyb} = 1' \cdot \sqrt{n}.$$

Burçlar optiki teodolit bilen ölçenilende:

$$f_{\beta g ö y b} = 0,5' \cdot \sqrt{n}.$$

Bu ýerde  $n$  – ýörelgedäki burçlaryň sany.

Taheometriki ýörelgede goýberilýän absolýut çyzyk ýalňyşlygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$f_{abs g ö y b} = \frac{P}{400 \cdot \sqrt{N}}.$$

Bu ýerde:

$P$  – ýörelgäniň uzynlygy,  $(m)$ ;

$N$  – ýörelgede taraplaryň sany.

Ýörelgede beýiklik baglanmagy ýapyk ýörelge boýunça aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$f_h = \Sigma h.$$

Açyk ýörelge üçin:

$$f_h = \Sigma h_{orta} - (H_{ahyr} - H_{ahyr})$$

Bu ýerde:

$\Sigma h_{orta}$  – ýörelgedäki nokatlaryň ortaça beýgelmeleriniň jemi;

$H_{ahyr}$  we  $H_{ahyr}$  – ýörelgäniň, degişlilikde, ahyrky we başlangyç nokatlarynyň beýikligi  $(m)$ .

Teodolit-beýiklik we taheometriki ýörelgelerde goýberilýän beýiklik ýalňyşlygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:



$$f_{h_{\text{goýb}}} = \frac{0,04 \cdot P}{\sqrt{N}}, \text{ sm.}$$

Eger hakyky ýol berilýän ýalňyşlyk goýberilýän bolsa, onda  $f_h \leq f_{\text{goýberilen}}$  şertiň ýerine ýetdigi hasaplanylýar. Bu ýagdaýda tapylan ýalňyşlyk ters alamaty bilen çyzyklaryň uzynlygyna proporsional paýlanylýar. Beýgelmelere düzedişleri 0,01 *m* takyklyk bilen aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarlar:

$$\delta_{hi} = -\frac{f_h}{P} \cdot d_i.$$

Bu ýerde  $d_i$  – degişli taraplaryň gorizonta kesimleriniň uzynlyklary (*m*).

Çyzyklara paýlanylýan düzedişleriň jemi ters alamaty bilen tapylan ýalňyşlyga deň bolmalydyr:

$$\sum \delta_{hi} = -f_h.$$

Düzedilen ýalňyşlyklary aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$h_{\text{düzed}} = h_i + \delta_{hi}.$$

Başlangyç nokadyň beýikligini we düzedilen beýgelmäni hasaplamak bilen, zygiderlikde ýörelgäniň galan nokatlarynyň beýikliklerini aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n \text{ düzed}}.$$

Bu ýerde  $H_n$  we  $H_{n-1}$  – ýörelgäniň, degişlilikde, ahyrky we başlangyç nokatlarynyň beýiklik belligi (*m*).

Beýiklik ýörelgesiniň dogry baglanandygynyň barlagy hökmünde aşakdakylar, ýagny ýapyk poligonda hasaplamaalaryň netijesi, ýene-de  $H_{\text{baş}}$  nokadyň beýikliginiň alynmagy, emma açyk ýörelgede  $H_{\text{baş}}$  nokadyň beýikliginden başlap  $H_{\text{ahyr}}$  nokadyň beýiklik belliginiň alynmagydyr.

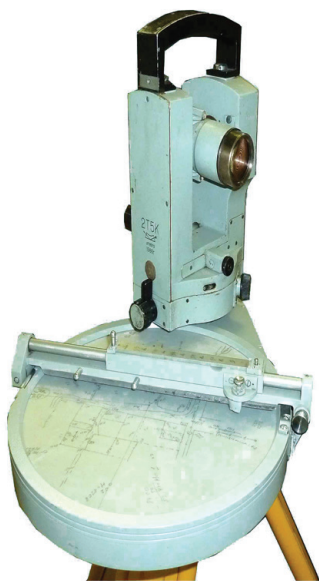
Taheometriki ýörelgäniň nokatlarynyň beýiklik belligi hasaplanylýandan soňra piketli (reýkaly)  $H_{\text{pik}}$  nokatlarynyň beýikligini stansiýanyň beýikliginiň üstüne degişli reýkaly nokadyň beýgelmesini goşmak bilen aşakdaky formula boýunça hasaplamak mümkin:

$$H_{\text{piket}} = H_{\text{stan}} \pm h_i.$$

## 7.6. Taheometriki surata almakda kartografiki stoljygyň ulanylmagy

2TH taheometriniň kömegi bilen ýeriň üstüni ýarymawtomatiki surata almak üçin 8 goýguyjyň kömegi bilen taheometre kartografiki stoljygy birleşdirýäris (7.8-nji surat). Bu ýagdaýda stoljygyň beýikligi taheometriň okulýary bilen stoljygyň üstüniň surata almakda hasaplary netijeli almak we topografiki plany düzmek üçin amatly bolar ýaly derejede ýerleşdirmelidir.

Taheometriň gorizonta tegelegi korpus we stoljygyň mehanizmi bilen alidadanyň aýlanmagyna bagly planşetiň stoljygy hem edil şol burça, emma gapma-garşy ugra aýlanar ýaly edilip berkidilýär (7.8-nji surat). Netijede, planşetiň başlangyç oriýentirlenmegi wizirlenmegiň ähli ugurlaryna üýtgeýär.



7.8-nji surat. 2T5K taheometri kartografiki stoljygy bilen

Çyzgyçly (2) galtek (5), lupa (1) we iňňe (4) nokady fiksirlmek üçin stoljygyň korpusyna birleşdirilen çyzgyjyň (3) ugruna hereket edýär. Şonuň üçin hem ugrukdyryjy çyzgyç taheometriň alidadasy bilen bilelikde aýlanmak bilen, görüş trubasynyň kollimasion tekizligine parallel bolup galýar. Aýrylýan masştab çyzgyjyna (2) bölegiň şkalasy geçirilendir. Bu bölekler bolsa saýlanylan masştabda degişli gorizont kesimlere deň bolýar. Guralyň toplumyna (komplektine) iki çyzgyç girýär. Olara bolsa ikitaraplaýyn dört masştabyň şkalalary geçirilendir. Şkalalary çalyşmak üçin tutguç (7) ulanylýar. Lupanyň (1) kömegi bilen şkalada gerek bolan hasaplary goýýarys. Bu hasap taheometriň gorizont kesiminiň nomogrammasyndan alynýar. Iňňäni düşürmek üçin düwmäni (4) basyp planşetde yz (deşik) galdyryarys. Onuň golaýynda piketiň beýikligi ýazylýar. Planşetiň goýgujy hökmünde *astralon*, *sellofan*, *aňyrsy görünýän plýonka* we beýleki materiallar ulanylýar. Stoljuk agram garşylygynyň kömegi bilen stoluň agramyna deňagramlaşdyrylýar we uroweniň düwmesiniň durnukly (stabil) ýagdaýy bilen üpjün edilýär.

Kartalaşdyrmak üçin stoljygyň ulanylmagy bilen, ýeriň üstüni bir wagtyň özünde stansiýadan gözegçilik etmek arkaly taheometriki plany düzmäge mümkinçilik alýarsyň. Bu ýagdaýda plany düzmek üçin wagt tygşytlanylýar, ýeriň üstünde sudur we relýef elementlerini geçirmegiň takyklygy we hakykylygy ýokarlanýar.

Surata almagyň netijesinde alnan topografiki planyň düzülyän nusgasy taheometriň duran aýratyn nokatlarynda aňyrsy görünýän tegelek goýguç planşetinde alynýar. Ol bolsa geodeziki esasa seplenilýär (montaž edilýär), soňra bolsa çyzgy kagyzyňa geçirilýär, şeýle-de göçüriji iňňäniň ýa-da başga usullaryň ýardamy bilen ýer üstüniň ýagdaýlary (situasiýasy) we relýef elementleri geçirilýär.

## 7.7. Elektron taheometrler

**Elektron taheometri** diýlende, teodolit bilen ýagtylyk uzaklykölçeýjisiniň birleşdirilmegi netijesinde alnan gurluşa düşünilýär. *Häzirki zaman* elektron taheometrleriniň esasy

birleşdirijisi (uzeli) hökmünde *mikroEHM* alynýar. Onuň kömegi bilen ölçeg prosesini awtomatlaşdyrmak we goýlan düzme programmalyň esasynda dürli görnüşli geodeziki meseleleri çözmek bolar. Programmalaryň sanynyň artmagy, taheometriň işleýiş diapazonyny we onuň ulanylyş ýaýlymyny artdyýar, şeýle-de işlemek takyklygyny ýokarlandyýar (7.9-njy surat). Hasaba alyjy (registrirleýji) gurluşlaryň bolmagy taheometrlerde awtomatlaşdyrylan geodeziki toplumlary: taheometr-maglumatlary registrirleýji – özgerdiji – EHM-grafogurujy görnüşindäki ahyrky önümi – topografiki plany awtomatiki düzgünde almaga mümkinçilik berýär. Bu ýagdaýda gözgeçilik, operator, hasaplamak we kartografiýaçynyň işleri bilen bagly ýüze çykýan ýalňyşlyklar azaldylýar.

Elektron taheometrleri burçlary ölçemegiň awtomatlaşdyrdyrylyşy boýunça iki topara bölmek bolar. Birinji topara özüde bilelikdäki



**7.9-njy surat.** «Focus»  
tipli elektron taheometri

birnäçe gurluşlary: *optiki teodoliti* we *topografiki ýagtylyk uzaklykölçejjisi*-ni teodolitiň görüş trubasyna geýdirmek görnüşinde bolýar. Bu gurluş optiki teodolit we topografiki ýagtylyk uzaklykölçejjisi bilen bir korpusa birleşdirilen görnüşde ýasalýar. Şular ýaly taheometrlerde burçlar adaty hasap mikroskopyndan degişli hasaplary wizual almak bilen geçirilýär, emma çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek bolsa ýagtylyk uzaklykölçejjileriniň kömegi bilen netijeler awtomatiki ýagdaýda elektron sanly tablo bermek bilen alnyp barylýar. Häzirki döwürde şular ýaly gurallary optiko-mehaniki zawodlary goýbermeýär (öndürmeýär).

Elektron taheometrleriniň ikinji topary geodeziki ölçegleri geçirende, köpsanly ölçegleri awtomatlaşdyrylan görnüşde bolýar. Konstruktivligi boýunça olar kodly teodolit bilen topografiki uzaklykölçejjiniň bir korpus-

da birleşdirilen görnüşidir. Şular ýaly toparyň gurallary ölçenilýän ululyklary sanly tabloda indikasiýalamagy üpjün edýär we ölçegiň netijelerini awtomatiki ýagdaýda huşly kartada hasaba alýar (regist-rirleýär).

Şular ýaly toparyň gurallaryna *2Ta5* (Russiýa), *TC1600* (Şweý-sariýa), *SET3* (Ýaponiýa), *Trimble 3600* (ABŞ) we beýlekileri goş-mak bolar. Olar deňeşdirilende uly bolmadyk massany we ölçeglerini alýar. Ondan başga-da iýmit çeşmesini az harçlaýar, emma, muňa ga-ramazdan, ölçeglerde we hasaplamalarda uly göwrümlü işleri ýerine ýetirýärler. Olarda geodeziýa işlerini geçirmek üçin köpsanly prog-ramma serişdeleri ulanylýar.

## 7.8. 3Ta5 elektron taheometri

**3Ta5 elektron taheometri** köpsanly işleri, ýerine ýetirýän geo-deziýa guraly hasaplanylýar. Ol öz düzümine elektron taheometri, ýagtylyk uzaklykölçeýjisini, hasaplaýyş gurluşyny we maglumatlary hasaba alyş funksiýalaryny alýar.

*3Ta5* taheometriniň burç ölçýji bölegi elektron teodolit bolup, ol ýygnaýan tipli rastr datçigi bilen üpjün edilendir. Burçuň datçigi görnüşinde *burç-kod* tipli fotoelektriki özgerdijisi ulanylandyr (*7.10-njy surat*). Özgerdijiniň işçi diapazony hökmünde *10000* gezek yzly-yzyna çalyşýan aňyrsy görünýän we görünmeýän deň inli zolak-ly böleklere bölünen aýna (çüýşe) limbi alynýar. Limb, öz gezeginde, takmynan, 100 ştrihden, optiki sistemalaryň kömegi bilen 1,01 esse ulaltmak bilen limbiň seksiyalaryna diametral proporsional zolaklarda proyektirlenilýär.  $180^\circ$  aýlanan şekilleriň zolagynda op-tiki sistemanyň gapakly prizmasynyň kömegi bilen muarly suratyň esasynda tegelek ýer bölegi emele getirilýär. Ol bolsa, öz gezeginde, foto kabul edijisine teswirlenilýär. Alidadanyň aýlanmagyna bagly döredilen sistemanyň öwrülmegine baglylykda tegelegiň gapma-garşylykly ýer bölekleri biri-birine (eger-de wertikal tegelek bolsa görüş trubasyny) tarap hereket edýärler.



**7.10-njy surat.** 3Ta5 elektron taheometri:

*1 – göteriji nurbatlar; 2 – dolandyryş paneli we displeý; 3 – silindrik urowen; 4 – obyektiw; 5 – kollimator wiziri (nyşanasy); 6 – kassetaly ýýmit çeşmesi; 7 – wertikal tegelegi öwrüji we berkidiji nurbatlar; 8 – husşly karta; 9 – gorizonta tegelegiň öwrüji we berkidiji nurbatlary*

3Ta5 elektron taheometriniň esasy häsiýetnamalary 7.3-nji tablisa-da getirilýär.

Diametral gapma-garşylykly ýer bölekleriniň (uçastoklaryň) strihleriniň strukturasy periodiki rastra galtaşmagy bilen emele getirilýär. Ýygnanýan rastrlaryň çyzykly aýlanmak ädimi 1/100-den tapawutlanýar. Şular ýaly rastrlaryň galtaşmagynyň kombinasion suraty: *ädim, forma we ugur* bilen emele gelýär. Olar bolsa rastrlaryň özara ýerleşmegine baglydyr.

Rastrlaryň özara süýşmeginde üýtgeýji funksiýada ýagtylyk akymynyň modulýasion prosesi bolup geçýär. Bu bolsa galtaşmagyň aňrsynda ýerleşen foto kabul edijini periodiki ýagtylandyrmak bilen geçýär. Foto kabul edijiniň ýagtylandyrylmagy maksimal, haçanda galtaşýan rastr bilen gabat gelende minimal, haçanda bir rastryň strihi beýlekisi (rastr) bilen gabat gelende alýar.

Foto kabul edijiden çykan signal gelip burç datçiginden elektron bölegine düşýär. Ol bolsa görüş trubasynyň burç öwrümini, degişlilikde, muar suratynyň periodynyň sanyny kesgitlemek üçin rewersion hasap mehanizmini (sçýotçigini) özünde saklaýar. Muar suratynyň periodlarynyň sanyny hasaplamak bilen, gödek kanally

rewersion şçyotçik limbiň öwrüm burçuny ölçeýär. Bu bolsa gödek hasabyň diskret takyklygynda, ýagny  $200^{cc} = 1'05''$  geçirilýär.

7.3-nji tablisa














### 3Ta5 elektron taheometriniň tehniki häsiýetnamasy

T/b	Tehniki häsiýetnama	Görkezijiler
1.	Bir priýom bilen ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy:	
-	Gorizonta burçlar	5''
-	Wertikal burçlar	7''
-	Ýapgyt aralyklar (mm)	$(5+3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
2.	Ölçeğiň netijelerini almak üçin wagt (sekuntda):	
-	Aralygy ölçemegiň esasy düzgüni	4
-	Aralygy üznüksiz ölçemek düzgüni	0.5
3.	Ýapgytlyk datçiginiň işleýiş diapazony:	$\pm 5'$
4	Görüş trubasynyň ulaldyş koeffisiýenti	30
5	Silindrik uroweniň bölek bahasy	30''
6.	Massasy (kg):	
-	taheometr goýguç we kassetaly iýmit çeşmesi bilen	5,4
-	bir prizmalı serpikdiriji	0,5
-	alty prizmalı serpikdiriji	1,5
7	Serpikdiriji çelginiň (wehanyň) beýikligi (mm)	1300...2250
8	Aralygy ölçemekde displeýiň kiçi razrýadynyň bahasy (mm)	1
9	Ýatly (husly) kartanyň göwrümi (Mbaýt)	1 (11000 piket)

Hasap gurluşyndan takyk sanlary almak üçin fotoelektriki interpolýator ulanylýar. Bu bolsa limbiň öwrüm burçuny, ölçege çenli muar suratynyň bir periodyny  $1^{cc} = 0,3''$  takyklyk bilen almagy üpjün edýär. Burç ölçeýjiniň signally kanaly doly hasap birligi (cc) şertlerinde döredilýär. Guralda düzülen mikroEHM alnan doly hasaby kiçi razrýadyň bahasyna (sekunda öwürmek koeffisiýenti  $0,324''/cc$ ) köpeldýär we hasaby gradusda, minutda we sekuntda ýüze çykarýar. Meselem, hasap  $20 \ 520cc \cdot 0,324''/cc = 6648'' = 1^{\circ}50'48''$ .

3Ta5 taheometri wertikal tegelegi öz-özünden goýýan indeks bilen üpjün edilendir. Bu bolsa wizirlenilýän çyzygyň ugrunda wertikal okuň eňňitliginde zenit aralygyny ýalňyşmazdan ölçemegi awtomatiki ýagdaýda aradan aýyrýar.

Taheometriň aýratyn perdeleri 7.11-nji suratdaky ýaly funksiýalary ýerine ýetirýär.

-  –  – aýratyn sanlary girizmek;
-  – «aýyrmak» alamatyny girizmek;
-   – displeý boýunça kursory hereketlendirmek;
-  – işlemek düzgünini saýlamak üçin menýuny çagyrmak, öňki derejä geçmek bilen düzgünini ölçeg geçirilenden soň çykamak;
-  – režimi çalyşmak, işi dowam etdirmek, ýatly karta geçirilen ölçegiň netijelerini görmek;
-  – ýatly karta ýazylan ölçegiň netijelerini görmek, esasy menýu girmezden displeýde şablony çalyşmak;
-  – gorizonta burçy nollaşdyrmak;
-  – nädogry ýygılan sanlary aýyrmak;
-  – ýatly karta ölçegleri ýazmak;
-  – ölçegiň başlanmagy;
-  – programma aşagyny saýlamak, ululyklary girizmegi tassyklamak.

### 7.11-nji surat. 3Ta5 elektron taheometriniň displeýinde kabir funksional perdeler

Maglumatlary hasaba almak (registrirlemek) bilen dolandyryş paneliniň gapma-garşylykly tarapynda ýatly kartany galtaşdyryjy düwün ýerleşendir.

Ýagtylyk uzaklykölçeyjisini guramaçylykly barlamak üçin *barlag hasaply blok* (BHB) ulanylýar. Bu blok görüş trubasynyň obýektiwine geýdirilýän oprawadan, gapaksyz birleşdirilen prizmalardan durýar. BHB-niň prizmalaryna çenli aralygy ölçemegiň netijeleri guraly öndürýän kärhananyň berýän pasportynda ýazylýar. Guralyň gurluşy 7.10-njy suratda berilýär.

Çözülýän meseläniň tipine baglylykda, displeý dört şablony: *burçlary ölçemegi; polýar koordinatalarda ölçemegi; gönüburçly koordinatalarda ölçemegi; burçlary, gorizonta kesimleri we beýgelmeleri ölçemegi* alýar.



Berlen nokatlaryň arasyndaky aralygy ölçemek üç: *üznüksiz, çalt* we *esasy* düzgünlerde geçirilýär.

Guralyň ýagdaýyny bahalamak üçin displeýde iki: *wertikal okuň eňňitlik burçuny we iýmit çeşmesiniň testli funksiýasyny* görkezmek bolar.

Amaly programmaly paket:

– koordinatalary belli iki nokat boýunça stansiýanyň koordinatalaryny kesgitlemegi;

– berlen direksion burça otnositellikde taheometri oriýentirlemegi;

– stansiýanyň koordinatalaryny girizmegi;

– gönüburçly formadaky görünmeýän obýektiň nokatlarynyň koordinatalaryny kesgitlemegi;

– ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemegi;

– geçip (baryp) bolmaýan aralygy ölçemegi;

– elýeterli bolmadyk nokadyň beýikligini kesgitlemegi;

– proyektirlenilýän nokady ýere geçirmegi öz düzümine alýar.

Ölçeğleriň netijeleri ýatly karta ýazylýar. Olaryň goşmaça serişdelerde (kompýuterlerde) göçürmesi saklanylýar.

Informasiýalar (faýly kompýutere geçirmek, maglumatlary kompýuterden ýatly karta geçirmek we beýleki amallar) alyş-çalyş etmek üçin ýörite programma serişdeleri bilen geçirilýär.

*7.3-nji tablisa*

### **3Ta5 taheometri bilen surata almagyň meýdan dergisi**

**Senesi:** 12.07.2014.

**Gözegçiler:** Babageldiyew Y., Allamyradow S.

**Ölçeğiň başy:** 7 sag 10 min

**Ölçeğiň soňy:** 8 sag 45 min

**Howa:** mylaýym ýelli, görünme uzaklygy 2 km, şekiller aýdyň

### **Berlen maglumatlar**

**Bitewi kilometrleriň sany:** ( $km = 0$ )

**Temperaturaly koeffisiýent:**  $K_n = + 24$

**Başlangyç direksion burç:**  $A_0 = 228^{\circ}34'41''$

**Kollimasion ýalňyşlyk:**  $C=14''$

**Barlag hasaby:**  $K = 63 mm$

Piketler	$\Delta H$ , m	A	$D_0$ , m	$h_0$ , m	$\Delta x$	$\Delta y$
1	1,03	228°35'42"	108,475	-1,160	-71,743	-81,362
2	0,57	31 21 41	221,671	+3,756	+189,285	+115,365
3	1,54	67 39 35	310,558	+5,714	+118,042	+287,246
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
<i>i</i>	0,31	165 11 26	264,926	-3,497	-256,126	+67,716
1	1,03	228 35 40	108,479	-1,162	-71,743	-81,362

Barlag prosedurasy:

- BHB-niň kömegi bilen uzaklykölçeýjini barlamagy we düzetmegi;
- masştab ýygylygyny barlamagy;
- kolibrowka (kollimasion ýalňyşlyk, wertikal tegelegiň nol ýeri we eňňidiň datçiginiň indeksi) etmegi öz düzümine alýar.

3Ta5 elektron taheometriň ýatly kartasy (ýatly karta ýazmak, ýatly kartadan maglumatlary kompýutere geçirmek, kompýuterler bilen informasiýalary alyş-çalyş etmek, ýatly kartadan faýly aýyrmak we ş.m.) bilen işlenilende guralyň ulanylmagyna degişli görkezmede berlen ýörite prosedurany amala aşyrmak zerurdyr.

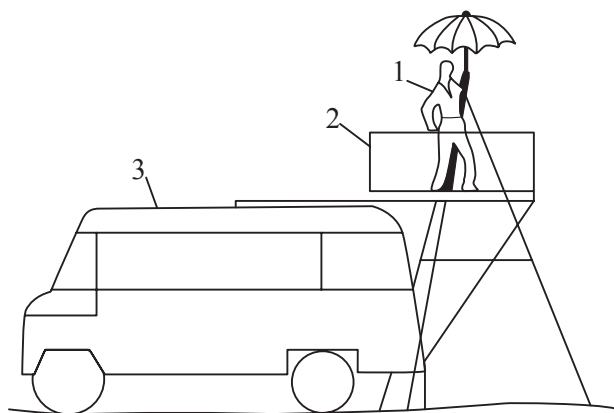
Taheometriki surata almagyň dergisiniň bezelişi 7.3-nji tablisada görkezilýär.

## 7.9. Elektron taheometriki surata almak

Elektron taheometriki surata almagy açyk düzlük ýerlerde (derýa hanalarynda, ýerleri meliorasiýa etmek üçin bölünip berlen sebitlerde) ulanmak örän gowy netijesini berýär. Muny bolsa haçanda guralyň duran surata alyş nokadyndan 1...2 km aralykda aýdyň we ýagty görünýän punktlarda geçirmek maksadalaýykdyr. Elektron taheometrleri suwaryş ulgamlaryny ýeriň üstüne proyektirlemekde we olaryň gurluşygyny ýerine ýetirmekde hem-de gurluşlary geodeziki barlamakda, surata almak işlerini geçirmekde ulanmak bolar.

Elektron taheometrleri ulanmakda ykdysady netijelilik bir nokatda (stansiýada) geçirilişine, şeýle-de surata alyş meýdanynyň

ululygyna baglydyr. Bu ýagdaýda taheometriň täsir ediş aralygynyň görnükli derejede artmagy netijesinde surata alyş esasyny döretmekde çykdajylar azalýar.



**7.12-nji surat.** Hereketli belgide taheometriki surata almagy ýerine ýetirmek:  
*1 – taheometrli we saýawanly (zontly) gözegçi; 2 – platforma; 3 – awtomobil*

Elektron taheometrleri netijeli ulanmak, aýratyn-da, daşky hereketli belgilerde platformany ulanmak has-da amatlylygy döredýär (7.12-nji surat). Platformany ýeriň üstünden 2...3 metr ýokaryk galdyrmak bilen işlemek bolýar. Onuň netijesinde bolsa ýer üstüniň gözyetimliligi ýeterlik derejede ýokarlanýar. Ol bolsa, öz gezeginde, surata alyş işlerini durnukly 1...2 km radiusda geçirmäge şert döredýär. Görkezilen gurluşlaryň ulanylmagy surata almakda zähmet öndürijiligini has-da ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Elektron taheometriki surata almalar topografiki planlary edil adaty grafiki, şeýle-de ýer üstüniň modelini we relýefini sanly formada görkezmäge ýardam berýär. Bu bolsa ony awtomatlaşdyrylan proyektirleýji sistemalarda ulanmak üçin amatlydyr.

Elektron taheometriki surata almagyň esasy tehnik serişdeleri: *elektron taheometr, tehnik görerijide informasiýany hasaba alyjy (diktofon), görerilýän we getirilýän radiostansiýa toplumlary, programmirlenilýän mikrokalkulyatorlar ýa-da mini EHM-leriň esasynda dolandyrylýan hasaplaýyş toplumlary* hasaplanylýar.

Elektron taheometriki surata almaga aşakdaky: *SET-3*, «Trimble», «Builder-306», 406, «Leica», «Sokkia», «Focus-8» serişdeleri tehnologiýa taýdan gabat gelýär. Bu ýerde ýarymawtomatiki ýa-da



**7.13-nji surat.** Focus 8 tipli elektron (robotlaşdyrylan) taheometr

gibridleşdirilen topografiki sistemalary, elektron köpfunksional robotlaşdyrylan taheometrleri (7.13-nji surat), şeýle-de taheometrlere dakylýan topografiki ýagtylyk uzaklykölçeýjileri bilen üpjün edilen 4T5KII tipli teodolit bilen topografiki surata almagyň önümçiliginde ulanmak bolar.

Elektron taheometrler bilen surata almagyň ykdysady netijeliligi köp derejede tehnologik prosesleriň arasyndaky baglanyşyga garaşlydyr. Ulanýlan usulyna, geçirilýän ýerine we elektron taheometriki surata almagyň materiallarynyň işlenilişine baglylykda üç: *merkezleşdirilen ýagdaýda işlemek, desentrirenen we bir wagtda işlemek* ýaly mysallar (wariantlary) ulanylýar.

**Birinji mysaly** topografiki surata almagy esasy tehnologik prosesleriň biri-biriniň zygiderli çalyşmagy nusgawy (klassiki) shema bilen tapawutlanýar. Bu ýagdaýda topografiki toparlaryň sany iki bolýar. *Gulluk we metriki-semantiki* maglumatlar tehniki görterijilerde ýazylýar. Ikitaraplaýyn radioaragatnaşyk durnukly bolan ýagdaýynda maglumatlary hasaba almak (registrlemek) funksiýasy tehniki görterijä (diktofona) gönüden-göni meýdan şertlerinde radiostansiýa boýunça ses, şeýle-de Internet SMS-iň kömegi bilen ýazmak bilen geçirilýär. Häzirki döwürde ýerine ýetirijiniň wizirli nyşanany yzarlamak prosesi awtomatlaşdyrylan ýagdaýynda, ýörite serişdeleri ulanmak bilen amala aşyrylýar. Elektron taheometriki surata almakda meýdan ölçegleriniň netijelerini işlemek we topografiki plany gurmak (düzmek) kameral önümçilikde stasionar ýagdaýda alnyp barylýar.

Elektron taheometriki surata almagyň **ikinji mysaly** (warianty) birinji mysaldan meýdan prosesleri bilen kameral işleriň arasyndaky wagt tapawudynyň birnäçe günden geçmedik ýagdaýynda toparlaryň bazasynda geçirilmegi bilen tapawutlanýar.

**Üçünji mysaly** bolsa beýleki usullardan işleriň düýpgöter täzeçe gurnalmagy bilen tapawutlanýar. Bu ýerde surata almagyň ähli materiallarynyň (meýdan we kameral) işlenilmegi bir wagtda alnyp barylýar. Topografiki toparlaryň sany bu ýagdaýda bir adam derejesinde artýar. Munuň üçin obýekte ýakyn ýerleşýän ilatly mesgenlerde dolandyryjy *buýrukly-dispetçer kameral postlary* (BDKP) gurnaýarlar. Ol bolsa meýdan işleriniň maglumatlaryny tehniki görterijilerde hasaba almak (registrirlemek) funksiýasyny geçirmek hem-de maglumatlaryň gelip düşmegi bilen baglylykda işlemek we şol ýerde hem topografiki planlarda şekillendirmek meselelerini çözmäge esaslanýar.

Bir wagtyň özünde meýdan we kameral işleri geçirmek surata almaga hem-de netijeleri kameral (latynça «*camera*» – «*ýygnamak, jemlemek, otag*») ýagdaýda prosese gatnaşyjylaryň arasynda radio aragatnaşyklary gurnamagyň hasabyna amala aşyrylýar. Aragatnaşyk mobil radiostansiýalary we el telefonlary bilen ýerine ýetirilýär. Bu ýagdaýda taheometriň operatory serpikdirijili işçini surata alynýan obýekt boýunça ugrukdyrýar. Bu ýagdaýda serpikdirijiniň goýlan nokadynda semantiki informasiýa ulanylýar we metriki informasiýalar bilen bilelikde BDKP geçirýär. BDKP-niň operatory obýekte ýakyn ilatly mesgende (ýa-da ýörite awtomobiliň kuzowynda) ýerleşmek bilen, diňe bir metriki-semantiki informasiýany kabul etmek bilen çäklenmän, eýsem surata almakda «*ak tegmilleri*» ýapmak bilen, piketler ýygyndysynyň gürlüginini hem üpjün edýär, şeýle-de gerek bolan ýagdaýynda barlag piketleriniň alynmagyny we ş.m. hem talap edýär, emma ýygyndynyň wagtlaýynlygy we topografiki planlarda surata alyş piketleriniň görkezilmegi, adaty taheometriki surata almany menzula sýomkasyna ýakynlaşdyrýar we mahsus kemçilikleri aradan aýyrýar. Bu ýagdaý bir stansiýadan elektron taheometrleriň täsir ediş aralygynyň

örän uzyn bolmagyna, surata alyş esasyňyň punktlarynyň sanynyň azalmagyna sebäp bolýar, emma ol relýefiň kesişme beýikligi pes (0,5 m we ondan hem az) bolan ýagdaýynda uzakda (1 km we ondan hem köp) ýerleşen piketleriň beýikliklerini kesgitlemekde refraksiýa we ýer üstüniň egriligi bilen bagly düzedişleri girizmek meselesi ýüze çykýar. Trigonometriki niwelirlemegiň soňky agzasyna seretmek bilen aşakdaky formulany alarys:

$$h = s \cdot ctgz + i - v + \frac{1 - k}{2R} \cdot s^2.$$

Bu ýerde formula jemli düzedişi görkezýär. Ol bolsa wertikal refraksiýa  $(-\frac{k}{2R} \cdot s^2)$  we Ýeriň egriliginiň  $(\frac{k}{2R} \cdot s^2)$  esaslandyrylan täsiri bilen tassyklanylýar.

Häzirki zaman elektron taheometrlerinde ýeriň egriligine düzedişler awtomatiki ýagdaýda hasaba alynýar, şeýle-de topografiki ýagtylyk uzaklykölçeýjileri: *CT5*, *CT10* we ş.m. bilen bu düzedişler awtomatiki ýagdaýda hasaba alynýar. Bu bolsa ululygyň aralyga bagly bolmagy bilen esaslandyrylýar, emma wertikal refraksiýany hasaba almak ýeterlik derejede çylşyrymly meseleliginde galýar. Howanyň awtokonwekion (10...15 m) araçäğinden ýokardaky gatlaklarda wizir şöhlesiniň ýaýraýşynda iki düzediş hem bölekleyin kompensirlenilýär. Türkmenistanyň çägi (territoriýasy) üçin geodeziki gollanmalarda maslahat berilýän oňyn baha  $k=+0,14$ -e deňdir, emma soňky barlaglar pes beýikliklerde we položitel temperaturalarda wizir şöhlesiniň ýaýraýşyňyň sagat  $8^{00}$ -dan  $20^{00}$ -a çenli wagt aralygynda, wertikal refraksiýanyň oňyn däl bahalary ( $k = -1, -2, -3$  we ondan köp) alýandygy ylmy taýdan subut edildi.

Taheometriki surata almakda elektron taheometrleriň kömegi bilen radiusy 1000 metr we ondan uzak nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilýär. Bu bolsa wertikal refraksiýany guramaçylykly we ynamly ýagdaýda hasaba almagy talap edýär. Bu ýerde mysal hökmünde wertikal refraksiýanyň burçy  $40''$  we surata alyş nokadyna çenli aralyk 1000 metr bolanda refraksiýa üçin beýgelmä düzediş  $0,19$  m aralykda alynýar (7.4-nji tablisa).

## Wertikal refraksiýanyň täsirine – beýgelmä düzedişler

Refraksion burç ( $r_0$ )	Aralyklar $s$ (m)								
	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
10"	2	3	3	4	4	5	5	6	6
15"	4	4	5	6	7	7	8	8	9
20"	5	6	7	8	8	10	11	12	13
25"	6	7	8	10	11	12	13	15	16
30"	7	9	10	12	13	14	16	17	19
35"	8	10	12	14	15	17	19	20	22
40"	10	12	14	16	17	19	21	23	25
45"	11	13	15	17	20	22	24	26	28

Uly masştably relýefiň kesişme beýikligi 0,5 metr bolanda taheometriki surata almakda melioratiw gurluşyk üçin obýektleri sýomka etmek üçin relýefe düzedişi belli derejede ýoýmak bilen hem almak bolar. Bu ýoýulmany hasaba almazlyk gurulýan obýektiň hiline düýpgöter täsir etmeýär.

Bu ýerde wertikal refraksiýanyň pes beýikliklerden atmosferanyň normal ýagdaýynda geçmegi üçin hem degişli usulyýet işlenilendir. Onuň mazmuny aşakdakylardan ybarat. Taheometriki surata alynýan ýer böleginde refraksion bazisleri 1000...1500 metr aralykdan piketlere çenli maksimal aralyklara baglylykda bölýärler. Bazisiň ahylarynyň  $H_1$  we  $H_2$  beýiklikleri geometriki niwelirlemek ýoly bilen kesgitlenilýär. Ýapgytlyk burçunyň hakyky bahasy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanýlar:

$$v_0 = \arctg\left(\frac{H_2 - H_1}{s} - \frac{s}{2R}\right).$$

Bu ýerde:

$s$  – bazisiň uzynlygy;

$R$  – Ýeriň ortaça radiusy.

Ýapgytlyk burçuna  $v$  ýokary takykly teodolit bilen gözegçilik edýäris. Bu bolsa berlen wagt aralygynda başlangyç nokatdan ahyrky nokada gözegçilik etmek bilen geçirilýär.

Ondan soňra burç refraksiýasynyň täsirini aşakdaky formula boýunça kesgitleýäris:

$$r_0 = v - v_0.$$

Soňra bolsa beýgelmä refraksiýanyň täsirini aşakdaky formula boýunça tapmak mümkin:

$$\delta_h = -\frac{T_0}{\rho} \cdot s. \quad (8.1)$$

**3-nji mysal.** Eger  $s = 1000 \text{ m}$ ,  $R = 6370 \text{ km}$ ;  $H_2 - H_1 = 10 \text{ m}$ ,  $v = 34'56,6''$  bolsa, onda beýgelmä wertikal refraksiýanyň täsirini kesgitlemeli.

**Çözülişi:**

$$v_0 = \arctg\left(\frac{10}{1000} - \frac{1000}{2 \cdot 6370 \cdot 10^3}\right) = 34'06,4'';$$

$$r_0 = 34'56,6'' - 34'06,4'' = +50,2''.$$

Onda wertikal refraksiýanyň beýgelmä edýän täsiri  $\delta_h = -0,24 \text{ m}$  bolar.

Geçirilen barlaglaryň görkezişi ýaly,  $r_0$  piketiň beýikligini kesgitlemekde bazisde düzedişi girizmek üçin her üç sagatdan geçirmek bilen berlen takyklygy üpjün etmek bolar.

Bu ýerde (8.1) formula boýunça hasaplanylýan wertikal refraksiýa düzediş 7.4-nji tablisada berilýär.

Bu bolsa wertikal refraksiýa düzedişleriň işe başlamazdan öň we iş gününüň dowamynda iki-üç gezek kesgitenilmegini talap edýär.

## 7.10. Stansiýalary erkin saýlamak bilen elektron taheometriki surata alyş

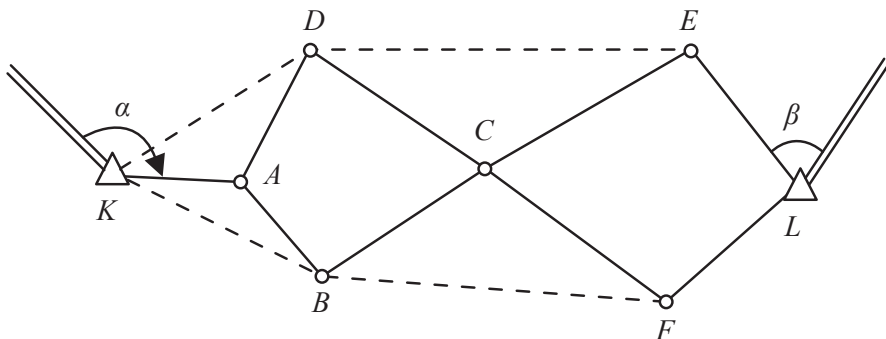
Surata almagyň esasyň saýlap almakda, şeýle-de ýer üstüniň fiziki geografiki şertleri boýunça elektron taheometriki surata alnyşy üç tehnologik wariantda: *aýratyn surata almak esasyň döretmek (ösdürmek)*, *surata almak esasyň döretmek bilen bilelikde we stansiýalary erkin saýlamak* bilen geçirilýär. Bu bolsa surata almak esasyň döretmezden gytaklaýyn ölçegleri geçirmek bilen emele getirilýär.



1. Elektron taheometriki surata almakda maksimal netijeliligi erkin stansiýalar usulynda gazanmak bolar. Bu ýagdaýda öz hususy ölçegleriňde surata almagyň ýetmeýän elementleri (çyzygyň uzynlygy, gorizonta burçlar) gytaklaýyn usullar bilen ölçenilýär.

Berlen  $K$  we  $L$  punktlarda ýanaşyk  $\alpha$  we  $\beta$  burçlary ölçýäris (7.14-nji surat). Surata almaga ýeriň üstünde saýlanylýp alnan  $A$ ,  $C$  we  $L$  punktlardan, olaryň maksimal gözýetimliligini hasaba almak bilen başlaýarys. Şoňa görä-de surata almagy uly bolmadyk meýdanda, mümkin boldugyndan, şu punktlardan başlaýarys. Käbir ýagdaýlarda ýer üstüniň maksimal gözýetimliligini üpjün etmek üçin, elektron taheometriň duran nokady (stansiýasy) surata alynýan ýer böleginiň çäginde çykarylýar. Iki ýanaşyk nokadyň arasynda görnüşiň bolmagy hökmany şert hasaplanylýar. Surata alynýan wagtynda  $K$  we baglaýjy  $B$  hem-de  $D$ , şeýle-de  $B$ ,  $D$ ,  $E$  we  $F$  berlen punktlar ( $A$  punktdan surata alnanda) hem-de  $E$  we  $F$  ( $L$  punktdan surata almak geçirilende) punktlara çenli aralyklar ölçenilýär. Bu ýerde gorizonta burçlar baglanyşdyryjy ugurlar boýunça surata alynýan her bir punktdan ölçenilýär. Ýokarda görkezilen ähli ölçegler surata almak bilen bilelikde surata alynýan punktlarda ýanaşyk burçlardan başga hiç hili ölçegleri geçirmezden alynýar. Sanalan maglumatlary ulanmak bilen ähli baglaýjy nokatlaryň koordinatalaryny hasaplamak bolar we takyklygy edil aýratyn tor ýa-da bitewi torlar görnüşinde bahalandyrmak bolar. Baglaýjy  $B$ ,  $F$  we  $D$ ,  $E$  nokatlara edil  $KBFL$  we  $KDEL$  poligonometriýa ýörelgesiniň aralyk punktlary hökmünde setretmek mümkin. Aşaky ( $KB$ ,  $BF$  we  $FL$ ) we ýokarky ( $KD$ ,  $BF$  we  $EL$ ) şahalaryň taraplarynyň uzynlyklary, şeýle-de ýanaşyk taraplary analitiki hasaplamak bolar. Bu bolsa  $ABK$  we  $BCF$  üçburçluklary boýunça aşaky, emma  $ADK$  we  $DCF$  üçburçluklary boýunça bolsa ýokarky, şeýle-de iki  $ABCD$  we  $CELF$  dörtburçlugynyň taraplarynyň uzynlyklaryny hasaplamakda ulanylýar.

Toruň ýetmeýän elementlerini (7.14-nji surat)  $ABK$  üçburçluguny we  $ABCD$  dörtburçluguny ulanmak bilen kesgitleýäris. Meseläni çözmek aşakdakylara syrygýar:



**7.14-nji surat.** Stansiýany erkin saýlamak usuly bilen taheometriki surata almagyň sýomka esasyňy döretmegiň shemasy

1.  $ABK$  üçburçlugynda meýdan işleriniň dowamynda iki  $AK$  we  $AB$  taraplaryň uzynlygy, şeýle-de olaryň arasyndaky  $A$  gorizontol burç ölçenilýär. Bu üçburçlugyň esasyňyň  $BK$  uzynlygy, göz önüne getirilýän poligonometriýa ýörelgesiniň aşaky şahasy hasaplanylýar. Bu bolsa kosinuslar teoremasy boýunça aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$KB = \sqrt{AK^2 + AB^2 - 2 \cdot AK \cdot AB \cos A}. \quad (8.2)$$

Bu tarapa ýanaşan  $K$  we  $B$  gorizontol burçlar trigonometriýanyň belli formulalary boýunça aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\cos K = \frac{AK^2 + KB^2 - AB^2}{2 \cdot AK \cdot AB} \quad \text{ýa-da} \quad \sin K = \frac{AB}{KB} \cdot \sin A.$$

2. Soňra  $ABCD$  dörtburçlugyna seredip geceliň. Surata almak esasyňyň döredilişinden belli bolşy ýaly, bu figurada ähli dört tarapyň uzynlygy we iki gapma-garşylykly  $A$  we  $C$  gorizontol burçlar ölçenildi. Galan iki  $B$  we  $D$  gorizontol burçlary tapmak üçin poligonometriýa ýörelgesiniň doly öwrüm burçlaryny agtarmakda aşakdaky formulalardan peýdalanmak bolar:

$$\sin B = \frac{AD \cdot \sin A \cdot \sqrt{BD - DC^2 \cdot \sin^2 C} + DC \cdot \sin C \cdot \sin C \cdot \sqrt{BD - AD^2 \cdot \sin^2 A}}{BD}.$$

Bu formulalarda  $ABCD$  dörtburçlugynyň  $BD$  diagonalynyň uzynlygy ony iki bölege bölýän burçlar  $B$  we  $D$  (8.2) formula boýunça iki gezek hasaplanylýar.

Stansiýany erkin saýlamak usuly bilen surata almagyň esasyňy döretmekde, alnan baglaýjy nokatlaryň koordinatalaryny kesgitle-

mekde, taslamalary ýere geçirmekde we meliorasiýa, oba hojalyk hem-de beýleki maksatly gurluşyk obýektlerini barlamakda ulanylýar. Bu ýagdaýda nokatlaryň uzakmöhletleýin saklanmagy üçin hemişelik geodeziki bellikler bilen berkidilmegi zerurdyr.

Stansiýalary erkin saýlamak usuly elektron taheometriki surata almagy – blokly elektron taheometriki sýomkany ulanmak üçin giň mümkinçilikleri açýar. Bu usulyň mazmuny surata alynýan ýerüsti has ownuk ýer bölegine – bloklara paýlanylýar. Her bir blokda bolsa elektron taheometri bir gezek goýmak bilen sýomka prosesi geçirilýär. Aýratyn bloklaryň meýdany surata alynýan ýer üstüniň şertlerine baglydyr. Bloklaryň meýdany birnäçe gektardan onlarça, kähatlarda ýüzlerçe gektara ýetip bilýär. Elektron taheometriň goýulýan ýeri (stansiýasy) surata alynýan ýer böleginiň içinde, şeýle-de onuň daşynda (stansiýany erkin saýlamak usuly) bolup biler. Bu ýagdaýda elektron taheometriň goýlan nokadynyň koordinatalary kesgittenilmeyär. Surata almagy ýer böleginiň islendik nokadynyň başlamak mümkin. Blokda piketleriň ýygynyndysyny islendik taheometriň gorizont tegeleginiň limbiniň erkin oriýentirlenmegi bilen almak bolýar. Piketleri surata almagyň programmasynda diňe burçlary we ýanaşyk bloklardaky baglaýjy çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemek meýilleşdirilýär. Bu bolsa ýer üstüniň bitewi bölegi boýunça erkin topografiki plany düzmek maksady bilen geçirilýär.

Blokly elektron taheometriki surata almagyň hökmüniň şerti baglanyşdyryjy nokatlaryň bolmagydyr. Bu nokatlary bellemek ýer bölegi rekognossirowka edilýän wagtynda, ýagny taheometriki surata alnanda goýuljak nokatlary saýlamakda amal edilýär. Baglanyşdyryjy stansiýalar ýanaşyk nokatlaryň surata alynýan zonalarynyň gaplanýan ýerlerinde alynýar. Olaryň sany ýer böleginiň ýanaşýan taraplarynda ikiden az bolmaly däldir. Bu ýerde baglanyşdyryjy nokatlary surata alynýan ýer böleginden daşary çykarmak bilen hem almak bolýar. Bu bolsa haçan-da ýer üstüniň şertleri boýunça nokatlary uzakwagtlaryň saklamak üpjün edilýän bolsa alynýar. Baglanyşdyryjy nokatlar hökmünde ýer üstüniň häsiýetli nokatlary (turbalar, maçtalar, metjitleriň gümbezleri, elektrik geçiriji liniýalaryň sütünleri we ş.m.) ulanylýar. Bu bolsa haçan-da alnan nokatlar surata alynýan ýer böleklerine ýakyn ýerleşse we surata almak esasyňyň erkin stansiýalar usulynyň geometriki parametrlerine goşulýan bolsa alynýar.

Baglanyşdyryjy nokatlary surata almakda aýratyn bloklaryň, topografiki planyň ähli ýerlerini ýeke-täk surata almaga birleşdirmek wezipesi goýulýar. Bu ýagdaý topografiki plany iki: *grafiki we grafoanalitiki* usul bilen düzmäge mümkinçilik berýär.

*Grafoanalitiki usulyň* mazmuny blogy we geljekki planyň esasy ny birmeňzeş atly nokatlar boýunça gabatlaşdyrmaga esaslanýar. Olar bolsa hasaplanylan we deňagramlaşdyrylan koordinatalar boýunça geçirilýär. Situasiýanyň we relýefiň nokatlary gabatlaşdyrylandan soňra olar düzülýän topografiki plana geçirilýär.

Topografiki plany düzmegiň *grafiki usulynda* baglaýjy nokatlaryň koordinatalaryny hasaplamak talap edilmeýär. Plan iki tapgyrda düzülýär. **Birinji tapgyrda** aýratyn bloklar, olarda bar bolan birmeňzeş atly baglaýjy nokatlar boýunça mozaiki gabatlaşdyrmak geçirilýär. Şular ýaly ýol bilen düzülen topografiki plan oriýentirilenen bolmaýar. **Ikinji tapgyrda** ýagtylyk göçüriji stolda ýagtylygyň nokatlaryň üstünden geçmegi bilen surata almak esasy nyň birmeňzeş atly nokatlary gabatlaşdyrylýar. Bu baglaýjy nokatlar hökmany ýagdaýda topografiki planda we ýeriň üstünde bolmalydyr. Surata almak prosesinde şular ýaly punktlaryň planly ýagdaýy geodeziki usul (ýol) bilen kesgitlenilmelidir.

Topografiki plany grafiki usul bilen gurmak onuň takyklygy bilen deňşdirilende biraz pesräk, emma ol bloklaryň sany az bolanda kanagatlanarly netijäni berýär.

Surata almagyň aýratyn bloklary ýeke-täk topografiki plana gabatlaşdyrylandan soňra, ol kabul edilen şertli belgilerde çyzylýar we bezelýär. Haçan-da baglaýjy nokatlar planşetde ýok bolsa (eger topografiki planlar planşetde gönüburçly grafalara bölmek boýunça geçirilen bolsa), onda goşmaça nokatlar grafiki gurmalar ýa-da analitiki usul bilen döredilýär.

## 7.11. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak

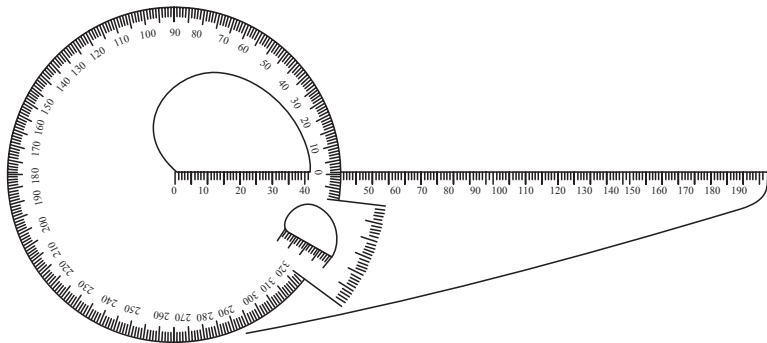
Hasaplamak işleri gutarandan soňra taheometriki surata almagyň planyny gurmaga girişýäris.

Bu işi ýerine ýetirmek maksady bilen, çyzgy kagyzy nyň (watmanyň) sahypasyna ýa-da planşete koordinatalar toruny geçirýäris we olaryň ba-

halaryny ýazýarys. Bahalaryny ýazmakda «Stansiýalaryň gönüburçly koordinatalaryny kesgitlemek» tablisasyndan peýdalanýarys. Koordinatalar torunyň bahalary 100 metrden 1:1000 masştably plan üçin, 200 metrden 1:2000 masştably plan üçin, 500 metrden 1:5000 masştably plan üçin we ş.m. aralyklara kratnyý bolan ýagdaýynda alynýar.

Koordinatalar torunyň dogry gurlanlygyny barlamak üçin gurlan kwadratlaryň islendiginiň diagonalyny sirkul-ölçeyjiniň kömegi bilen alyp, şu aralygy beýleki kwadratlaryň diagonalary bilen deňeşdirýäris. Şu ýagdaýda olaryň arasyndaky tapawut gurulýan planda 0,2 mm-den geçmeli dälidir.

Plany gurmak edil teodolit bilen surata almak ýaly geçirilýär: ilki bilen, guruljak planyň absissa we ordinata oklary boýunça santimetrdeki bahalaryny kesgitleýäris. Bu işi geçirmegiň esasy sebäbi – munda gurulýan plany sahypanyň ölçeglerine baglylykda simmetrik ýerleşdirmek maksady göz önünde tutulýar. Taheometriki surata almagyň planyny ýörelgedäki stansiýalaryň gönüburçly koordinatalary boýunça gurýarlar.



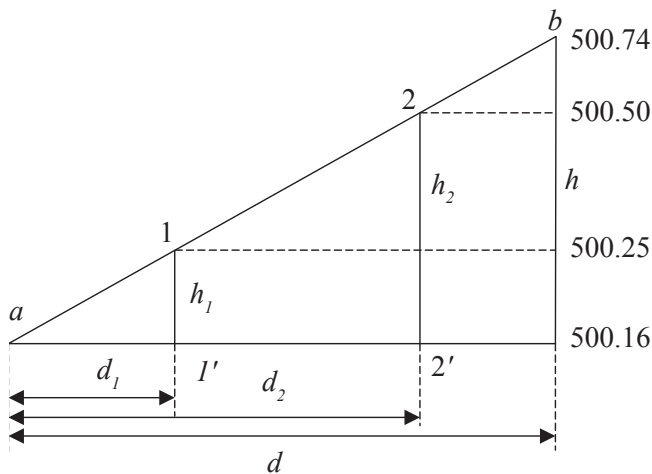
**7.15-nji surat.** Topografiki plana ýer üstüniň elementlerini geçirmekde ulanylýan taheograf

Plany gurmakda *kese masştab* we *Drobysýewiň çyzygy*, *sirkul-ölçeyji*, *T*, *T1*, *T2 galamlary*, *geodeziki transportir*, *transportir-taheograf* (7.15-nji surat) gerekdir. Gurlan her bir stansiýanyň dogry geçirilendigini barlamak üçin olaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlyk-lary *kese masştab çyzygy* we *sirkul-ölçeyjiniň* kömegi bilen ölçenilip, ýeriň üstünde ölçenilen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy bilen deňeşdirilýär. Çyzyklaryň arasyndaky tapawut gurulýan planyň masştabynda 0,2 mm-e düşýän san bahasyndan uly bolmaly dälidir.

Taheometriki plana ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini geçirmekde teodolit surata almakda ulanylýan usullardan peýdalanmak bolar. Taheometriki planda beýiklik nokatlarynyň arasynda gorizontallary geçirmek üçin paletkalardan peýdalanmak bolar. Gorizontallary geçirmegiň beýleki usullaryndan hem peýdalanmak bolar.

Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini plana geçirmekde tegelek transportir-taheografdan peýdalanmak has-da amatlydyr. Onuň kömegi bilen nokatlaryň polýar koordinatalary (gorizontal burç we çyzygyň uzynlygy) goýulýar. Şol bir wagtyň özünde her bir gurlan nokadyň ýanynda surata almak esasyň beýiklikleri ýazylýar we ýer üstüniň sudurlary we relýefi gorizontallar bilen surata almagyň abrisiniň (krokisiniň) esasynda çyzylyp gidilýär. Krokisde haýsy nokatlary biri-birleri bilen birleşdirmelidigi we relýefiň eňnitlikleri görkezilýär.

Relýef gorizontallar bilen teswirilenen bolsa, onuň häsiýetli nokatlary, meselem, depäniň iň ýokarky nokady, olaryň başlanýan ýerleri we ahyrky nokatlary, eňňidiň görünmeýän ýerleri krokisiň esasynda belgilenilýär. **Krokis abris** sözünüň bir görnüşi bolmak bilen, «*croquis*» sözi bolup, «ýer üstüniň çalt düzülen çyzygysy» diýen ýaly manyda alynýar. 7.16-njy suratda a, 1-nji, 2-nji we b nokatlar plana düşürilen we beýiklikleri ýazylan diýeliň. Suratda profil *ba* çyzygy boýlap görkezilen, *a11'* we *12h<sub>2</sub>* gönüburçly üçburçluklaryň meňzeşliginden aşakdaky deňlemeleri almak bolar:



7.16-njy surat. Gorizontallary analitiki usul bilen geçirmek

$$ll'=h; bl'=a1; aa'=h; ba'=d$$

onda

$$\frac{d_1}{d} = \frac{h_1}{h}$$

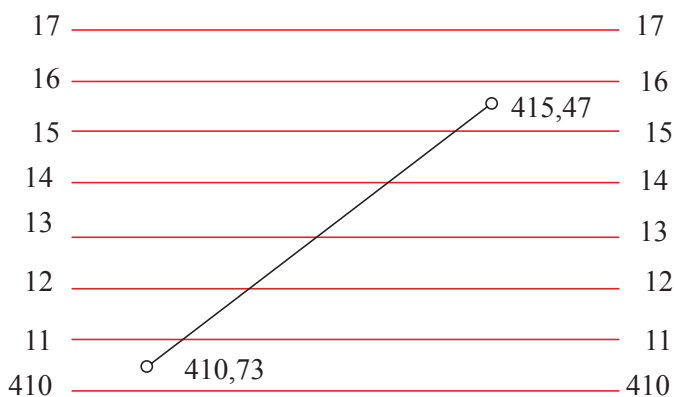
bu ýerden  $d_1 = \frac{d \cdot h_1}{h}$  gelip çykýar.

Diýmek, iki nokadyň arasyndaky aralyk we nokatlaryň beýiklikleri belli bolanda, her bir nokadyň ýanyndaky gorizontaly tapmak kyn bolmaz. Beýleki gorizontallar şuna esaslanlyp tapylýar. Meselem, nokarlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň arasyndaky aralyk şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$d_1 = \frac{2,0 \text{ sm} \cdot (500,25 - 500,16)}{500,74 - 500,16} = 0,30 \text{ sm};$$

$$d_2 = \frac{2,0 \text{ sm} \cdot (500,50 - 500,16)}{500,74 - 500,16} = 1,17 \text{ sm}.$$

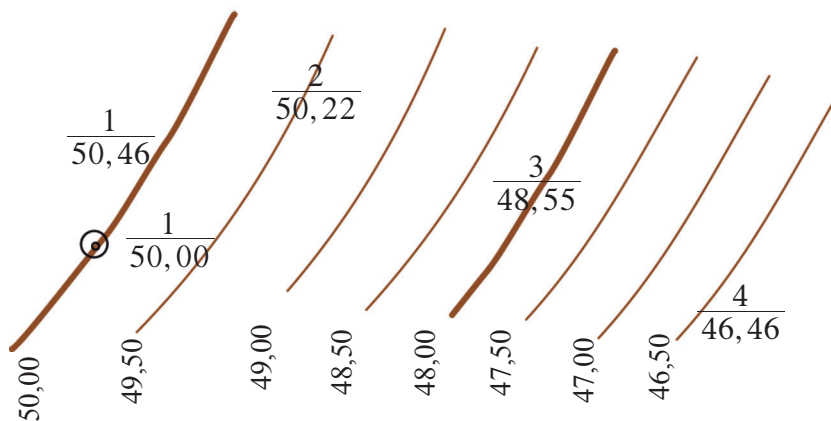
Gorizontallaryň ýagdaýyny analitiki usulda tapmak üçin köp wagtyň gerek bolýanlygy bilen bagly şu maksat üçin grafiki usuldan peýdalanmak amatlydyr. Bu usulda gorizontallaryň ýagdaýyny tapmak üçin *paletka* diýilýän serişde ulanylýar (7.17-nji surat). Paletka biri-birinden belli aralykda ýerleşen parallel çyzyklar çyzylan aňyrsy görünýän (kalka, plastmas, aýna, plaksiglas) serişdedir.



7.17-nji surat. Topografiki kartada gorizontallary paletka bilen geçirmek

Paletka kalka kagyzyndan, plaksiglasdan ýa-da aýna serişdesinden ýasalan bolýar. Parallel çyzyklaryň arasy düzülýän planyň masştabyna baglydyr. Adatça, parallel çyzyklaryň arasy  $0,5\text{ sm}$  alynýar.

Paletkanyň kömegi bilen iki nokadyň arasyndan näçe gorizontaly geçirip boljakdygyny we olaryň geçýän ýerini anyklamak bolar. Meselem, relýefiň kesişme beýikligi  $1\text{ m}$  bolan ýagdaýynda beýiklikleri  $46,50\text{ m}$ ,  $47,00\text{ m}$ ,  $47,50\text{ m}$ ,  $48,00\text{ m}$  we  $48,50\text{ m}$  we ş.m. bolan gorizontalary, ýagny 8 sany gorizontaly geçirmek bolar. Onuň üçin paletka planda gorizontalaryň geçiriljek nokatlarynyň üstünde goýlup, parallel çyzyklaryň arasynda 1-nji we 4-nji nokatlaryň beýikligi gabat geler ýaly ýerleşdirilýär. Bu ýagdaýda 1-nji nokat  $50,50\text{ m}$  we  $50,00\text{ m}$  gorizontalaryň, 4-nji nokat bolsa  $46,00\text{ m}$  we  $46,50\text{ m}$  gorizontal çyzyklaryň aralygynda ýatýar. Şu ýagdaýda gorizontal çyzyklar nokatlaryň arasyndan geçýän gorizontalaryň ýagdaýyny görkezzer (7.18-nji surat). Olary plandaky çyzygyň üstüne iňne bilen deşip geçirmek bolar. Şular ýaly nokatlaryň üstünde paletkany goýmak bilen nokatlar belgilenilýär we birmeňzeş beýiklikli nokatlar egri çyzyk bilen birleşdirilip gorizontalalar alynýar.

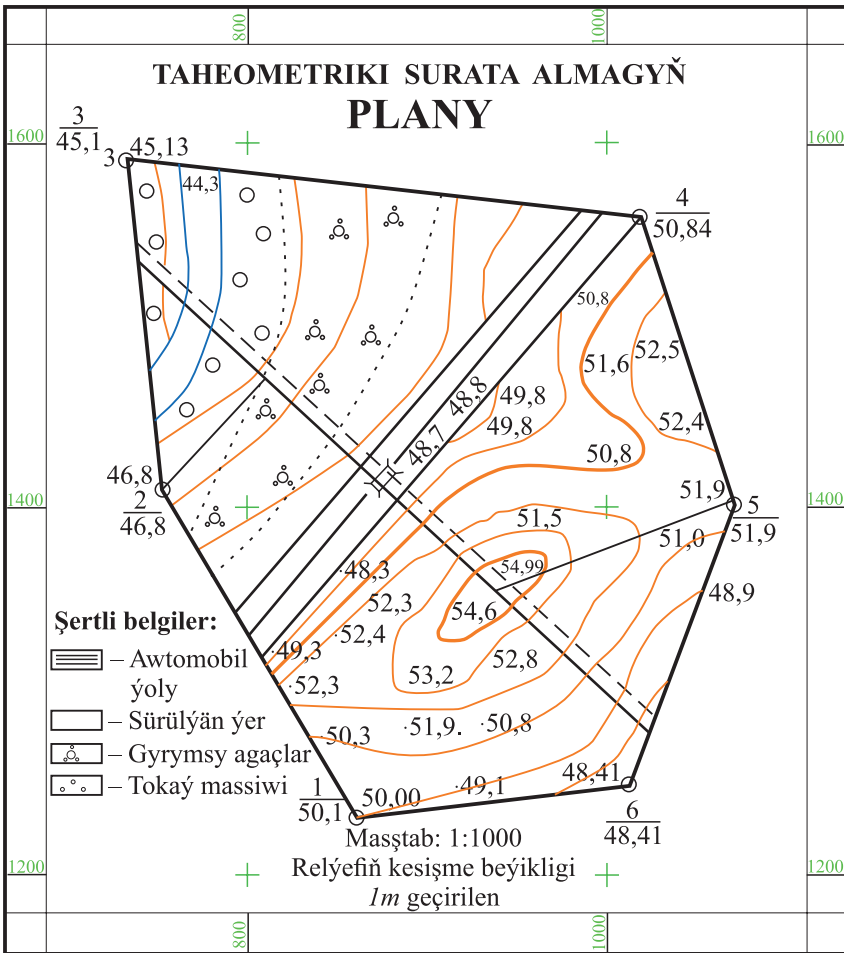


**7.18-nji surat.** Topografiki kartada gorizontalaryň görkezilişi

Taheometriki surata almagyň plany ilki başda galamda çyzylýar, soňra onuň dogry gurlanlygy ýeriň tebigy üsti bilen (surata alnan ýer bilen) deňeşdirilmek arkaly barlanylýar. Plan barlanylandan, ýalňyşlyklar düzedilenden soňra tuşda çyzylýar. Gorizontalalar



goňur, ýer üstüniň gidrografýasy gök, ösümlük örtügi ýaşyl we ş.m. tuş bilen plany gurmagyň degişli görkezmesine laýyklykda çyzylýar (7.19-njy surat).





# VIII

## NIWELIRLEME

### 8.1. Umumy düşünje

*Ýerde beýikligiň kesgitlenilmegi ýa-da niwelirlenilmegi* diýlip, ýeriň üstündäki nokatlaryň biri-birine baglylykda ýagdaýynyň, şeýle hem berlen meýdan çägi üçin başlangyç diýlip kabul edilen şertli üste baglylykda beýikligiň ýa-da beýgelmäniň anyklanylmagyna düşünilýär.

*GDA-nyň ýeriniň çägindäki nokatlaryň beýikligi Baltika deňziniň suwunyň üstüniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky asuda ýagdaýyndan (Kronştađ futştogynyň nolundan) hasaplanylýar.* Şular ýaly beýiklige **absolýut beýiklik** diýilýär (bu barada biz «*Geodeziýada ulanylýan koordinatalar sistemalary*» diýen bölümde 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** diýilýär. Beýikligi  $H$  bilen, beýgelmäni  $h$  harpy bilen belgilemek geodeziýada kabul edilendir.

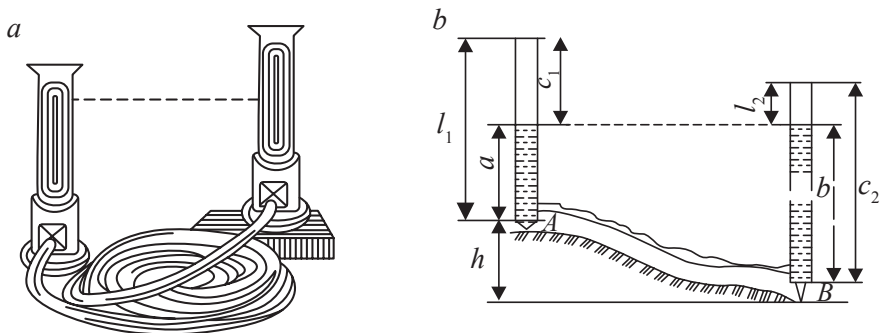
### 8.2. Niwelirlemegiň görnüşleri

Niwelirlemek ölçenilip alnyş usullaryna, ulanylýan gurallara baglylykda aşakdaky görnüşlere, ýagny *gidrostatiki, geometriki, trigonometriki, barometriki, radiogeodeziki, stereofotogrammetriki we mehaniki* ýaly görnüşlere bölünýär.

**Gidrostatiki niwelirlemek.** Gidrostatiki niwelirleme biri-birine birleşdirilen iki sany gatnaşykly gapdaky suwuklygyň derejesiniň bir ýagdaýda bolmagynyň düzgünine esaslanýar. Bu ýagdaýdaky niwelirlemede *gidrostatiki niwelir* diýlip atlandyrylýan gural işledilýär (8.1-nji (a) surat).

Bu niwelir iki sany aýna naýçadan ybarat bolup, metaldan ýa-da plastmasdan ýasalan galybyň içine ýerleşdirilendir. Naýçalaryň uzynlygynyň 40 santimetrden 4 metre çenli bolmagy mümkindir. Naýçalar uzynlygy 20-40 metr bolan rezin şlangasy bilen biri-birine birleşdirilendir. Şlanganyň we naýçanyň içine gaýnadylyp sowadylan 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 ýokarlygyna ýazylandyr.

Bir nokadyň ikinji nokada görä beýgelmesini kesgitlemek üçin gidrostatiki niweliriň naýçalaryny nokatlara ornaşdyralyň we olardaky suwuklygyň naýçadaky ýagdaýyna baglylykda hasaplary alalyň. Meselem,  $O$  we  $A$  nokatlara ornaşdyrylan niweliriň naýçalaryndaky hasaply bölekdäki sanlar aşakdaka deň diýeliň (8.1-nji (b) surat):



**8.1-nji surat.** Gidrostatiki niwelirmek:

$a$  – gidrostatiki niwelir;  $b$  – niwelirlemegiň beýany

$$a = l_1 - c_1; \quad b = l_2 - c_2.$$

Şu ýagdaýda  $A$  nokadyň  $O$  nokada 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 ýokarky ujuna çenli bolan aralygyň tapawudy.

Eger-de nokatlardaky naýçalaryň orunlary çalşylsa, ýagny birinji naýça  $A$  nokatda we ikinjisi bolsa  $O$  nokatda goýulsa, onda formula aşakdaky görnüşini alýar:

$$2h = (c_2' - c_1') - (l_2 - l_1).$$

Deňlemäni çözüp aşakdakyny alarys:

$$k = \frac{(c_2' - c_2) + (c_2 - c_1)}{2}.$$

Formula bilen naýçalardaky suwuklygyň üstüniň tapawudyny ( $k$ ) kesgitlemek gerek bolýar. Ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlep bolar:

$$k = \frac{(c_2' - c_2) + (c_2 - c_1)}{2}.$$

Çine suw guýlan niwelir bilen nokatlaryň beýgelmesini 1  $km$  aralykda 1–2  $mm$  takyklykda kesgitlemek bolar. Hidrostatiki niwelirleriň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen, naýçalarda suwuklygyň üstünden hasaplary takyk almak üçin degişli mikrometriki nurbatlar işledilýär.

Uly takyklygy talap etmeýän montaj işlerinde gidrostatiki niweliriň naýçalaryna suwuň ornuna simap guýulýar. Şular ýaly niwelirlemekte, hasaplary almakda olara degişli konstruksiýaly mikrometriki nurbatlar işledilýär.

Mikrometriki nurbatlary bolan we çine simap guýlup doldurylan, naýçaly gidrostatiki niweliriň beýgelemelerini 5–10  $mm$  ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Bu bolsa niwelirlemegiň görnüşleriniň takyklygynyň içinde iň ýokarkysydygyny görkezýär.

**Geometriki niwelirlemekte** bir nokadyň beýikligi beýleki nokada baglylykda gorizonta niwelirmek, ýagny gorizonta ýerleşen şöhle bilen niwelir reýkasynyň kesişen yerinden hasaplary almak ýoly bilen kesgitlenilýär. Bu usulda niwelirlerden peýdalanylýar. Geometriki niwelirlemekte nokatlaryň beýikligi niwelirlemegiň beýleki görnüşlerine garanda has anygrak (gidrostatiki niweleirlemekten

özgelerinden) tapylýar. Niwelirmek geodeziki daýanç punktlarynyň we plany almakdaky nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitlemekde, dürli masştabdaky planlary düzmekde, inženerçilik guruluşlarynyň (ýollary, gidroelektrik beketleri, ýaplary, ýaşayyş jaýlaryny, aerodromlary we ş.m.) proýektirmekde, käbir geologiki işlerde, binalaryň deformatsiýalaryny anyklamakda we ş.m. işlerde gerek bolýar.

Geometriki niwelirmegiň netijesinde Ýer gabygynyň dikligine (wertikal) ösüşini, okean we deňiz derejesiniň tapawudyny kesgitlemek bolýar. Niwelirmegiň usullary we gurallar nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň takyk kesgitleniliş zerurlygyna seredilip alynýar.

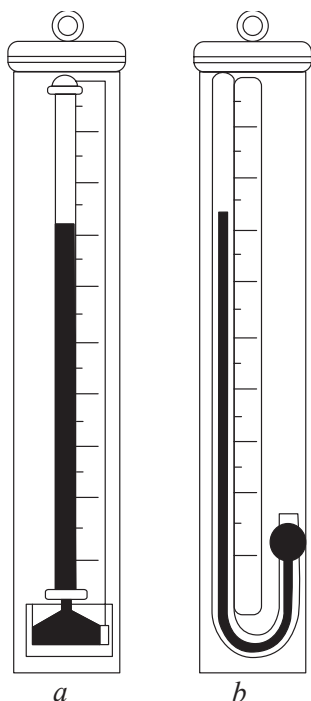
**Trigonometriki niwelirmekde** iki nokadyň arasyndaky ýapgytlyk burçy we olaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygy ölçenilýär hem-de ölçegiň netijelerinden peýdalanylýp, nokatlaryň biribirine baglylykda beýgelmeleri trigonometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýp çykarylýar. Niwelirmegiň bu görnüşinde ýapgytlyk burçuny ölçäýän gurallar bolup *teodolit – taheometr, menzula topolumynda (komplektinde) kipregel* we beýlekiler işledilýär. Trigonometriki niwelirmek topografiki plany almakda, beýgelmeleriň uly ýerlerinde, meselem, dagda, baýyrly ýerlerde we relýefiň görnüşlerini şekillendirmekde, şeýle hem binalaryň beýikliklerini kesgitlemekde ulanylýar.

**Radioelektronikanyň ösmegi** netijesinde niwelirmegiň *täze görnüşi - radioniwelirmek* giňden ulanylýar. Bu niwelirmek radio tolkunlarynyň uçardan ýere we ýerden yzyna (uçara) gaýdyp geliş wagtyna seredilip, uçaryň nähili beýiklikden uçýandygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Uçaryň uçýan beýikligi radio-beýiklikölçeýji (radiowysotomer) diýlip atlandyrylýan guralyň kömegi bilen 5 metre çenli takyklykda kesgitlenilýär. Soňky ýyllarda radioniwelirmek dürli işlerde hem-de dürli masştabdaky topografiki kartalary düzmekde ulanylýar.

**Niwelirmegiň mehaniki usulynda** awtomatiki niwelirler işledilýär. Tigre (welosipede) ýa-da maşyna ornaşdyrylan niwelirleriň kömegi bilen ýeriň üstündäki çyzygyň profili kagyza awtomatiki ýagdaýda çyzylýar. Bu usulda ýeriň üstündäki çyzygyň profili, niwelirmegiň beýleki görnüşlerine seredilende, has çalt we aňsat

düzülýär. Şonuň üçin mehaniki niwelirleme ýokary takyklyk talap edilmeyän işlerde, meselem, ýol gurluşygynda we ýeriň profilini ýönekeý usul bilen öwrenmekde giňden ulanylýar.

**Stereofotogrammetriki niwelirmek** – ýeriň üstüni uçardan durup alnan suratlara (aerofotosuratlara) seredilip, mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilýär we ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen çyzylýar. Niwelirmegiň bu görnüşinde esasy işler kameral şertlerde ýerine ýetirilýär. Stereofotogrammetriki niwelirmek dürli masştabdaky topografiki planlary düzmekde ulanylýar.



**8.2-nji surat.** Simaply barometr

**Barometriki niwelirleme.** Barometriki niwelirmekde ýeriň üstündäki nokatlaryň beýikligi we beýgelmesi nokatlardaky atmosfera basyşyny ölçemek ýoly bilen kesgitlenilýär. Barometriki niwelirmek ýokary galýan depäniň atmosfera basyşynyň kemelmeginiň kanunalaýyklygyna esaslanandyr. Meselem, dag eteginden 11 metr beýiklikde simaply barometriň (8.2-nji surat) görkezij 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 niwelirlenilýän wagtynda temperatura we basyşyň özgerişi göz önünde tutulýar. Her bir noktada atmosfera basyşyny ölçemek bilen bir wagtda howanyň temperaturasy we atmosfera basyşynyň özgerişi hem ölçenilýär. Nokatlaryň beýiklikleriniň tapawudyny hasaplap çykarmakda basyşa we temperaturanyň özgerişine seredilip düzedişler girizilýär.

Ýeriň çäginin (territoriýasynyň) ugur boýunça gözçeni bilen planyny almakda geologiki, geofiziki, geografiki we başga ekspedisiýalarda daglyk sebitleriň beýikligini kesgitlemekde, şeýle hem niwelirmegiň beýleki usullarynyň işledilmegi mümkin bolmadyk

ýagdaýlarynda barometriki niwelirlemekden peýdalanylýar. Barometriki niwelirlemegiň beýleki görnüşlerden tapawudy – beýiklikleriň tapawutlaryny kesgitlemekde nokatlaryň biri-birinden görünmegi talap edilmeýär.

Ýerlerdäki nokatlaryň basyşy (atmosfera) deňiz derejesinden beýikligi ölçenilýän wagtdaky meteorologiki ýagdaýa baglydyr. Bu baglanyşyk doly barometriki formula arkaly aňladylýar. Bu formula-da seredilýän ýeriň giňligine baglylykda temperaturanyň we howanyň çyglylygynyň hem-de ýokardan erkin gaçmagyň tizlenmesiniň atmosfera basyşyny kesgitlemekde göz önünde tutulmagy zerurdyr. Barometriki niwelirlemegiň doly formulasyny aňlatmak üçin gysgaldylan görnüşdäki formuladan peýdalanylýar.

Olardan has giňden peýdalanylýany **Babiniň formulasydyr**. Ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$h = 16000 \cdot \left( 1 + 0,004 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}.$$

Bu ýerde:

$B_1$  we  $B_2$  – 1-nji we 2-nji nokatlardaky atmosfera basyşy;

$t_1$  we  $t_2$  – degişli nokatlardaky howanyň temperaturasy;

$h$  – nokatlaryň arasyndaky beýgelme ( $m$ ).

Barometriki niwelirlemekde atmosfera basyşyny ölçemek üçin *barometri*, temperaturany ölçemek üçin *termometr - praşy*, howanyň çyglylygyny ölçemek üçin *psihrometri*, wagty ölçemek üçin bolsa *goşar sagadyny* ulanmak bolar.

Barometrler işleýiş prinsipi we gurluşy jähetden *simaply* we *metal* barometrlere bölünýärler.

*Simaply barometr* atmosfera basyşyny örän takyk ölçeýän gural bolup, içine simap guýlan, uzynlygy 80 *sm*-e çenli bolan çüýşe naýçasýndan ybaratdyr. Naýçanyň ýokarky uýy berk ýapylan, aşaky uýy bolsa simaply çüýşe gaba batyrylandyr. Şonuň üçin ol *gaply barometr* diýlip atlandyrylýar (8.2-nji (a) surat). Eger-de çüýşe naýçanyň aşaky uýy duga şekilli aýlanýan bolsa, oňa *dugaly barometr* hem 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 meteorologik beketlerde stasionar ýagdaýynda atmosfera basyşyny ölçemek we barometr - aneroidleri barlamak üçin ulanylýar.



**8.3-nji surat.** Barometr – aneroid

Barometriki niwelirlemekde meýdan ýagdaýynda, köplenç *barometr-aneroidden* (8.3-nji surat) peýdalanylýar. Aneroidiň esasy bölegi içinden howasy sorulyp alnan metal gapdan (gutudan) durýar. Korpusyň gapdaly basyşyň üýtgeýşine baglylykda peselýär ýa-da göterilýär. Bu özgerişleriň täsirinde tutguçlar (ryçaglar) herekete gelip, korpusyň tegelegindäki dilli, hasaply bölegi (şkalany) boýlap süýşýär. Şol wagt diliň uýj atmosfera basyşynyň näçe bolýandygyny görkezýär.

### 8.3. Geometriki niwelirlemegiň usullary

Geometriki niwelirlemekde işledilýän niwelirleriň teodolitlerden tapawudy aşakdakylardan ybaratdyr: *niweliriň görüiş trubasy eňňit boýunça aýlanmaýar, çünki ol gorizonta nyşanalamaga (wizirlemäge) esaslanandyr. Görüiş trubasynyň nyşanalaýjy okunyň ýanyndaky silindri uroweni göreriji nurbatlaryň kömegi bilen gorizonta ýagdaýyna getirilýär.*

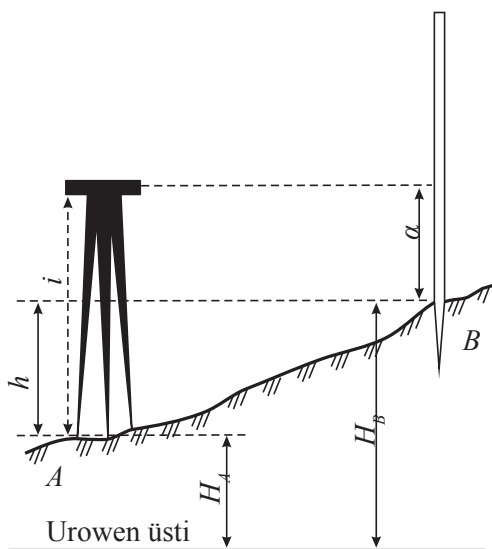
Geometriki niwelirlemekde bir nokadyň beýikliginiň beýleki nokada baglylykda beýgelmegini kesgitlemegiň iki hili ýoly bar. Olar-



dan: «*öňe*» we «*ortadan*» niwelirmek ýaly görnüşleri has tapawutlanýar. Şu usullara seredip geçeliň:

«*Öňe*» niwelirmek usulynda ýerdäki iki nokadyň (8.4-nji surat) biri-birine baglylykda beýgelmesini kesgitlemek gerek diýeliň. Onuň üçin *A* nokatda niwelir, *B* nokatda bolsa niwelir reýkasy ornaşdyrylýar. Niweliri işçi ýagdaýyna getirip, görüş trubasyny reýka nyşanalaýarys we reýkadan *b* hasaby alýarys. Guralyň beýikligini niwelir reýkasy ýa-da ruletk bilen ölçemek bolar. Niwelir reýkasy bilen guralyň beýikligini ölçemek üçin, ony guralyň golaýynda, nokadyň beýikligi bilen bir derejede goýýarys we görüş trubasynyň okulýaryndan seredip, reýkadan hasaby alýarys. Alan hasabymyz guralyň beýikligi bolar. Guralyň beýikligi nokatdan niweliriň görüş trubasynyň nyşanalaýjy okuna çenli aralyk hasaplanylýar we ol *i* harpy bilen belgilenilýär. Alnan hasap we guralyň beýikligi boýunça nokatlaryň arasyndaky beýgelme (*h*) aşakdaky formula boýunça kesgittenilýär:

$$h = i - b.$$



8.4-nji surat. «*Öňe*» niwelirme usuly

Diýmek, «*öňe*» niwelirmekde bir nokadyň ikinji nokada baglylykdaky beýgelmesi guralyň beýikliginden (*i*) niwelir reýkasından 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 hasaplanyp çykarylmagyna **beýikligiň hakyky beýgelmesiniň kesgitlenilişi** diýilýär.

Ikinji nokadyň absolýut beýikligini guralyň gorizontynyň kömegi bilen hasaplamak mümkin. *Guralyň gorizonty* diýlende, islendik ýeriň çägi üçin alnan urowene ýa-da şertli üstden niweliriň nyşanalajy okuna 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:

$$H_B = 255,357 + 0,823 = 256,170 \text{ m}. H_B = 256,170 \text{ m}.$$

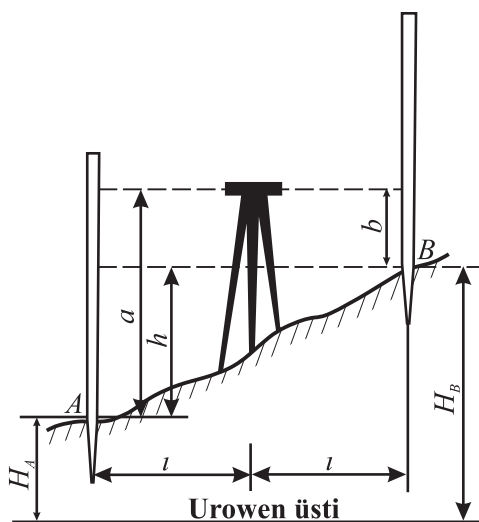
$B$  nokadyň beýikligini guralyň gorizontynyň üsti bilen hasaplap çykaralyň. Onuň üçin guralyň gorizontyny aşakdaky ýaly hasaplamalydyr:

$$GG = 255,347 + 1,638 = 256,985 \text{ m}; GG = 256,985 \text{ m}.$$

Nokadyň beýikligi aşakdaky baha deň bolar:

$$H_B = GG - b = 256,985 - 0,815 = 256,170 \text{ m}; H_B = 256,170 \text{ m}$$

«Ortadan» niwelirlemek usulynda (8.5-nji surat) niwelirlenilýän nokatlara dik ýagdaýda niwelir reýkalary, nokatlaryň, takmynan, ortasyna bolsa niwelir ornaşdyrylýar. Niwelir işçi ýagdaýyna getirilýär we görüş trubasy yzdaky  $A$  nokatda goýlan niwelir reýkasyna nyşanalanylýar hem-de niwelir reýkasyndan  $a$  hasap alynýar, soňra öňdäki  $B$  nokatda ornaşdyrylan niwelir reýkasyna nyşanalanylýar we  $b$  hasap alynýar. Nokatlaryň haýsysynyň 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 yzdaky,  $B$  nokat bolsa öňdäki bolar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelme aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:



8.5-nji surat. «Ortadan» niwelirleme usuly

$$h = a - b.$$

Diýmek, «ortadan» niwelirlemek usulynda beýgelmäni kesgitlemekde yzdaky  $A$  nokatdan alnan  $a$  hasapdan öňdäki  $B$  nokatdan alnan  $b$  hasaby aýyrmak gerek. Eger-de  $a > b$  bolsa, onda beýgelme goşmak (+),  $a < b$  bolsa, onda beýgelme aýyrmak (-) alamatlaryny alýar.

«Ortadan» niwelirlemek usulynda ikinji nokadyň absolyüt beýikligini beýgelme bilen hasaplamak üçin ýokardaky formuladan

ýa-da guralyň gorizontyndan peýdalanyp bolar. Şu ýagdaýda guralyň gorizonty ( $GG$ ) aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$GG = HA + a.$$

Bu ýerde  $a$  –  $GG$ -niň hasaplanylýan nokadynda niwelir reýkasyndan alnan hasap ( $mm$ ).

**2-nji mysal.** Eger-de  $a=1243$   $mm$ ;  $b=0753$   $mm$ ;  $H_A=256,385$   $m$  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 hasaplanylssa, 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  $GG$ -niň üsti bilen kesgitlese, 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 niwelirlemekde, aýratyn hem, «*ortadan*» niwelirlemek usuly köpräk ulanylýar. «*Ortadan*» niwelirlemek usulyny ulanmak mümkinçiliginiň bolmadyk ýerlerinde «*öňe*» niwelirlemek usuly ulanylýar. Niwelirlemegiň «*öňe*» usulynyň kemçilikleri bolup, ol ýeriň üstündäki çyzyklaryň beýgelmesi guralyň beýikligi bilen niwelir reýkasyndan alnan hasabyň tapawudyna deň bolanlygy üçin guralyň beýikligine deň bolan beýgelmäni ölçemek mümkindir. Mundan daşgary hem «*öňe*» niwelirlemekde her bir stansiýada guralyň beýikligini takyk ölçemegiň zerur bolanlygy üçin, işler birmeme kynlaşýar we wagt köp sarp edilýär. Niwelir bilen işlemek üçin duran nokadyňa **stansiýa** diýilýär.

«*Ortadan*» niwelirlemek usulynyň *artykmaçlyklary* aşakdakylardan ybaratdyr:

1. Her bir stansiýada niwelir reýkasyň beýgelmesine deň bolan beýgelme, «*öňe*» niwelirlemäge seredilende, birmeme köpräk ölçemek mümkinçiligini berýär.

2. Niweliriň görüş trubasynyň, gural bilen niwelir reýkasynyň arasyndaky aralygy ulaldyp görkezmegi, «öňe» niwelirlemäge seredilende, iki esse dagy uzynrak aralygy niwelirlemäge mümkinçilik berýär.

3. Her bir stansiýada niweliriň beýikligini ölçemek zerurlygynyň ýoklugy.

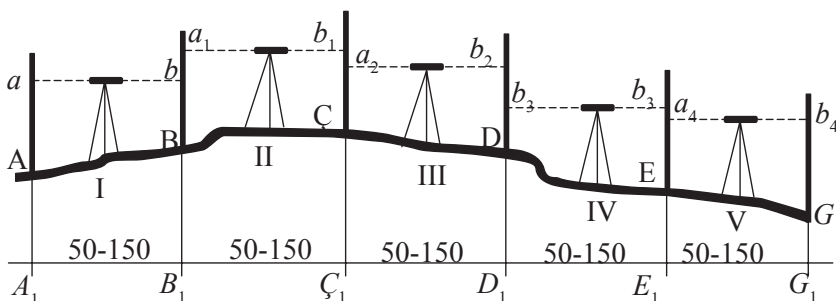
4. Guralyň iki nokadyň ortasynda takmynan ornaşdyrylmagy ýeriň egriliginiň we atmosferanyň refraksiýasynyň täsirini köp derejede azaldýar.

5. Guralyň niwelirlenilýän iki nokadyň ortasynda çaklanylyp ornaşdyrylmagy guralyň nyşanalaýjy okunyň gorizonttal dälligi sebäpli emele gelýän ýalňyşlygyň täsirini aradan aýyrýar.

## 8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirmek

Iki nokadyň biri-birine baglylykda beýgelmesi olaryň ortasyna niwelir bir gezek goýlup alynsa, onda bu *ýönekeý (sada) niwelirmek* bolýar.

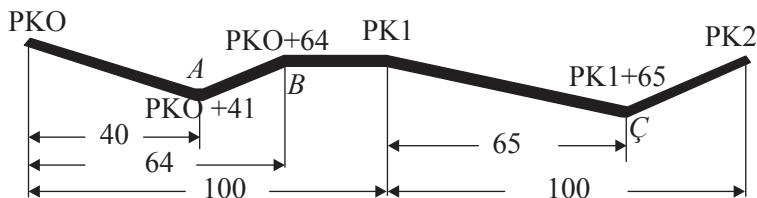
Iki nokadyň arasyndaky aralyk uly bolan ýagdaýynda (8.6-njy surat) ýa-da biri-birinden uzak ýerleşen iki nokadyň beýgelmelerini kesgitlemek gerek bolsa, onda nokatlaryň arasyny birnäçe stansiýalara bölüp, her bir stansiýa aýratynlykda niwelirlenilýär. Niwelirmegiň şu görnüşi *çylşyrymly niwelirmek* diýlip atlandyrylýar.



8.6-njy surat. Çylşyrymly niwelirmek

Ýer üstüniň güberçekliki we refraksiýasy çylşyrymly niwelirmegiň netijesine az täsir edýär we reýkanyň hasaply bölekleriniň aýdyň görünmegi üçin niwelirden reýka çenli aralygy 70–75 metre çenli almak zerurlygyny döredýär. Bu aralyklar niwelirmegiň geçirilýän ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna bagly bolýar.

Goý,  $A$  we  $G$  nokatlaryň arasyndaky aralyk birnäçe bölekler bölünip niwelirlenilen 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  $V$ ) bilen belgilenilýär niwelir reýkasyna niweliriň göçüriliş tertibi yzygiderlikde  $A\ddot{A}$  ugur boýunça alnyp 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 goňşy stansiýany biri-birine baglanyşdyrýandygy sebäpli, oňa **baglaýjy nokat** diýilýär. Ýörelge-de  $B$ ,  $Ç$ ,  $D$  we  $E$  nokatlar baglaýjy nokatlar bolup hyzmat edýärler.



**8.7-nji surat.** Piketleriň we aralyk nokatlaryň alnyşy

Niwelirlenilýän nokatlar gerek bolan baglanyşdyryjy nokatlaryň arasynda ýerleşen bolsa, onda bu nokatlara **aralyk nokatlar** diýilýär (8.7-nji surat). Aralyk nokatlaryň beýikligi bir nokatdan ikinjisine bagly bolmaýar. Şonuň üçin olar bir stansiýada baglaýjy nokatlar niwelirlenilip bolnandan soňra niwelirlenilýär. Yzdaky niwelir reýkasyny öňe geçirmekde reýka bir gezek aralyk nokatlara ornaşdyrylyp, niweliriň kömegi bilen şol nokatlardan hasaplar alynýar. Baglaýjy nokatlardan alnan hasaplardan peýdalanylyp, her bir nokadyň goňşy nokada baglylykda beýgelmegi, soňra absolyt beýiklikleri hasaplanylýp çykarylýar.

8.6-njy suratdan görnüşi ýaly,  $I$ ,  $II$ ,  $III$ ,  $IV$  we  $V$  stansiýalardaky baglanyşdyryjy nokatlaryň beýgelmeleri aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = a - b;$$

$$h_2 = a_2 - b_2;$$

$$h_1 = a_1 - b_1;$$

$$h_3 = a_3 - b_3;$$

.....

$$h_n = a_n - b_n.$$

Eger-de stansiýalaryň sany köp bolsa, onda formula laýyklykda alynmagy bilen tapawutlanýar.

Birnäçe stansiýalardaky nokatlaryň beýgelmeleriniň jemi başlangyç  $A$  nokada baglylykda ýörelgäniň beýgelmesi bolar:

$$h_{AA} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \\ = (a - b) + (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n)$$

ýa-da

$$h_{AA} = \Sigma (a_n - b_n).$$

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýiklikleri aşadaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$H_1 = H_A \pm h_1;$$

$$H_3 = H_2 \pm h_3;$$

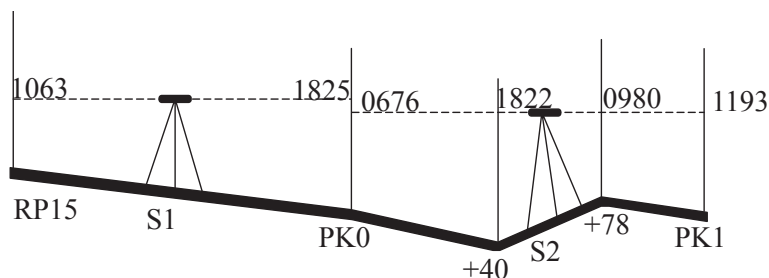
$$H_2 = H_1 \pm h_2;$$

.....

$$H_n = H_{n-1} \pm h_n.$$

Eger-de  $B$ ,  $C$ ,  $D$  we  $E$  nokatlaryň absolýut beýgelmelerini kesgitlemek gerek bolmasa, onda ahyrky nokadyň absolýut beýikligini şu aşadaky formula boýunça hasaplap çykarmak bolar:

$$H_n = H_{n-1} \pm \Sigma h.$$



**8.8-nji surat.** Aralyk nokatlaryň niwelirlenilişi

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýikligi hasaplanylýp çykarylandan soňra, aralyk nokatlaryň absolýut beýiklikleri guralyň

gorizontynyň kömegi bilen kesgitlenilýär (8.8-nji surat). II stansiýada  $GG$  aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$GG_{II} = H_{PK1} + a \text{ ýa-da } GG_{II} = H_{PK2} + b.$$

Arylyk nokatlaryň ( $PK0+40$ ,  $PK0+64$ ) absolýut beýiklikleri aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$H_{PK0+40} = GG_{II} - b_{PK0+40}; H_{PK0+64} = GG_{II} - b_{PK0+64}.$$

**3-nji mysal.** Eger-de  $H_{PK0} = 110,555 \text{ m}$ ;  $a_2 = 0,676 \text{ mm}$ ;  $b_{PK0+40} = 1622 \text{ mm}$  we  $b_{PK0+64} = 0980 \text{ mm}$  bolsa, onda nokatlaryň absolýut beýikligini hasaplalyň. Mysaly çözmek üçin, ilki bilen, guralyň gorizontyny aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$GG_{II} = 110,555 + 0,676 = 111,231 \text{ m}; GG_{II} = 111,231 \text{ m}.$$

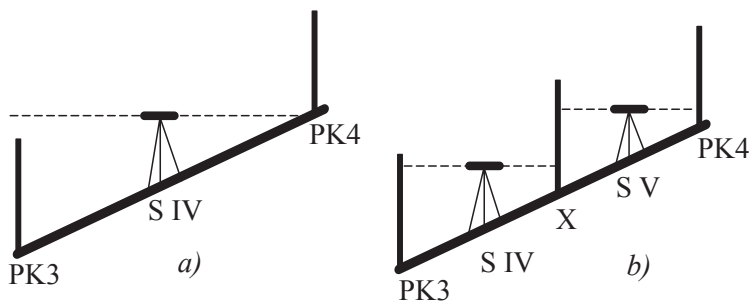
Soňra aralyk nokatlaryň beýikliklerini hasaplalyň:

$$H_{PK0+40} = 111,231 - 1,622 = 109,609 \text{ m}; H_{PK0+40} = 109,609 \text{ m}.$$

$$H_{PK0+64} = 111,231 - 0,960 = 110,341 \text{ m}; H_{PK0+64} = 110,341 \text{ m}.$$

Biri-birinden uzakda ýerleşen nokatlaryň absolýut beýikliklerini kesgitlemek üçin ýerine ýetirilýän çylşyrymly işe **uzaboýuna niwelirmek** diýilýär. Uzaboýuna niwelirmäge perpendikulyar geçirilen niwelir ýörelgesine bolsa **keseligine niwelirmek** diýilýär.

Niwelirlenilýän çyzygyň profilini gurmak we birnäçe häsiýetli nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksady bilen amala aşyrylýan uzaboýuna niwelirmäge **trassany niwelirmek** diýilýär.



8.9-njy surat. X nokadynyň alnyşy



Stansiýada niwelirmek işi geçirilende nokatlaryň arasyndaky beýgelme has uly bolsa (8.9-njy (a) surat), PK3 bilen PK4 piketleriň ortasynda niweliri ornaşdyralyň, ony işçi ýagdaýyna getireliň. Yzdaky niwelir reýkasyna niweliriň görüş trubasy arkaly seredilende, gorizonta şöhle reýkanyň üstünden geçse, öňdäki reýka seredilende bolsa gorizonta şöhle ýere ursa, onda bu piketleriň aralygyny goşmaça stansiýa bölüp niwelirmek gerek bolýar. Netijede, *iksli (X-li)* nokady alarys (8.9-njy (b) surat). Bu nokatlaryň beýikligi ýer üstüniň profili gurlanda hasaba alynmaýar. *X* (iksli) nokatlar diňe baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikligini zygiderlikde biri-birine geçirmek üçin ulanylýar.

## 8.5. Niwelirleriň görnüşleri

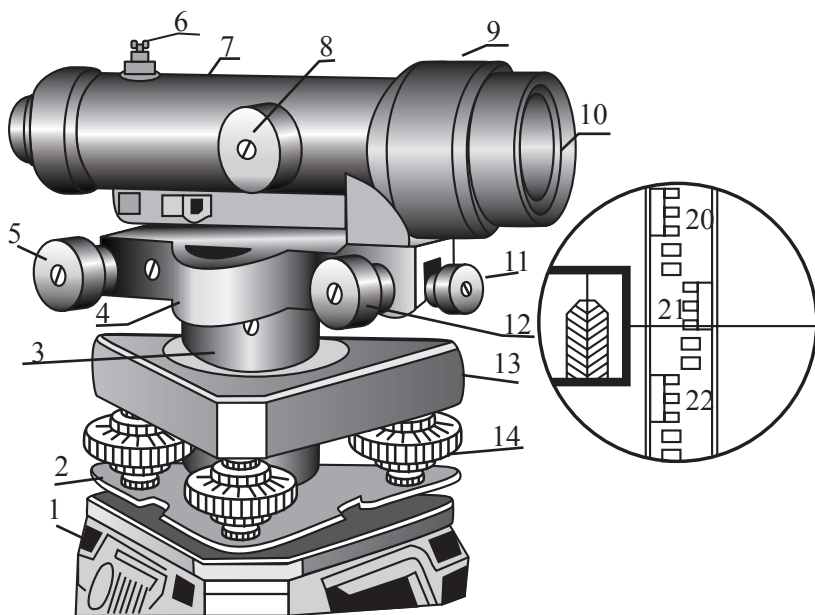
Niwelirler nyşanalaýjy okuň gorizonta ýagdaýa getirilmeginiň usulyna baglylykda iki hili görnüşde bolýarlar. Olaryň arasyndan *nyşanalaýjy oky silindrli uroweniň kömegi bilen gorizonta ýagdaýyna getirilýän niwelirler* has-da tapawutlanýarlar. Şonuň ýaly-da lazerli niwelirler hem bardyr. Häzirki wagtda bu niwelirler has-da güýçli depginler bilen önümçilige ornaşdyrylýar. Olar, aýratyn hem, gurluşyk meýdanlarynda tekizlemek işleri geçirilende giňden peýdalanylýar. Lazerli niwelirlerde gorizonta ýerleşen lazer şöhlesi reýkanyň duýgur fotoelementlerine 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 ýagdaýda geçirilýär, şeýle hem alnan maglumatlaryň ählisi gaty magnitli göterijide ýazylmak bilen, informasiýalaryň EHM-lerde işlemek we ýer üstüniň sanly kartalaryny döretmek ýaly meseleler hem çözülýär.

Soňky ýyllarda nyşanalaýjy oky awtomatiki usulda gorizonta ýagdaýyna getirilýän niwelirler hem önümçilige goýberilip başlanyldy. *HCM-2* şu niwelirleriň bir görnüşidir. Bu niweliriň noka ornaşdyrylmagy has az wagt almagy bilen tapawutlanýar. Olar, aýratyn hem, gumak (topurly) we batgalyk ýerleri niwelirmekde amatlydyrlar.

Niwelirler özleriniň takykylygy boýunça *tehniki, takykylygy we ýokary takykylygy* ýaly toparlara bölünýärler. Niwelirler görüş trubasynyň ulaldyş derejesi (koeffisiýenti), görüş meýdany, uroweniň böleginiň bahasy we beýleki häsiýetleri boýunça biri-birinden tapawutlanýarlar.

Niwelirleriň takykylygy boýunça käbir görnüşlerine seredip geçeliň:

**HB-1 niweliri.** Guralda elowasion nurbat 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 goýguyň göteriji nurbatlarynyň (14) kömegi bilen nol punkta getirilýär. Görüş trubasy reýka öwrüji (12), berkidiji nurbatlaryň (11) kömegi bilen niwelir reýkasyna takykylygy nyşanalanylýar, soňra kramalýeriň (8) kömegi bilen fokusirlenilýär. Silindrli uroweniň okuny takykylygy gorizontaly ýagdaýa getirmek üçin göteriji nurbatdan (5) peýdalanylýar.

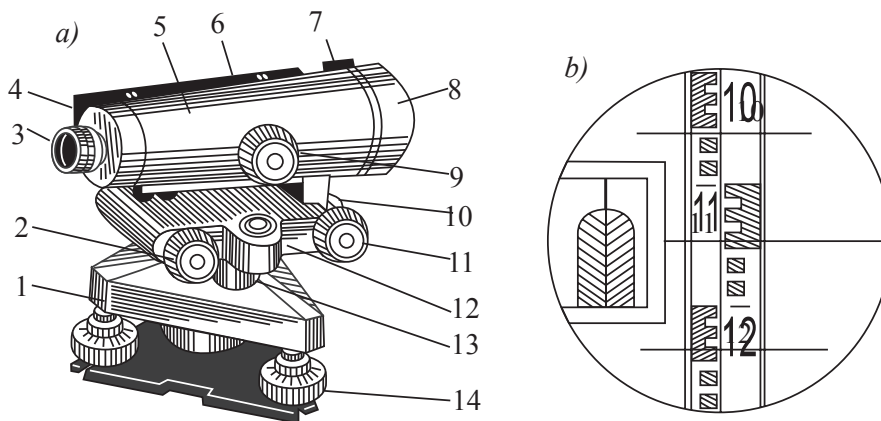


**8.10-njy surat. HB-1 niweliri:**

1 – ştatiwiň depesi; 2 – pružinlenilýän plastinka; 3 – wertikal ok üçin baksa; 4 – tegelek uroweni; 5 – uroweniň elowasion nurbaty; 6 – nyşana; 7 – kontaktly silindrli uroweniň korpusy; 8 – kramalýera; 9 – muşka; 10 – obýektiw; 11 – görüş trubasynyň berkidiji nurbaty

*HB-1* niweliriniň silindrik uroweniňiň düwmesiniň ýagdaýyny görüş trubasyndan görmek mümkin. Elewasion nurbatyň kömegi bilen uroweniň (derejäniň) düwmesiniň uçlary biri-birine dogry getirilenden soňra görüş trubasy arkaly niwelir reýkasyndan alnan hasabyň *2145 mm-e* deňdigini görýäris.

Takyk niwelirleriň hataryna girýän ***H-3*** (*8.11-nji surat*) we ***HC-3*** niwelirleri *HB-1* we *HCM-2* niwelirleriň esasynda düzülendir. Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi  $30^\circ$ , silindrlu uroweniň böleginiň bahasy *2 mm* ýa-da  $15^\circ$  essedir. Bu niwelirleriň hem elewasion nurbaty bar. Ol *1 km* aralygy  $\pm 4 mm$  ortaça kwadrat takyklykda niwelirlemäge niýetlenilendir. *HC-3* niweliriniň nyşanalajy oky awtomatiki usulda gorizont alýagdaýyna getirilýär.



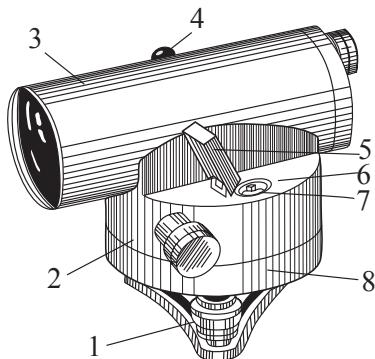
**8.11-nji surat. *H-3* niweliri:**

*1* – görüş trubasy; *2* – silindrlu urowen; *3* – görüş trubasyny göteriji nurbat; *5* – görüş trubasyny berkidiji nurbat; *6* – görüş trubasyny öwrüji nurbat; *7* – guralyň wertikal oky; *8* – metal goýguç

***HT* we *HTC* niwelirleri** tehniki takykly niwelirlere degişlidir. Olar *HT*, *HB-1* we *HJI-3* niwelirlerine derek has kämilleşdirilip ýasalandyr.

*HT* niweliriniň suwly uroweni ýa-da nyşanalajy oky awtomatiki ýagdaýda gorizontallaşdyrylýar. Onuň gorizont tegelegi bardyr. Ol gorizont burçlary takmynan ölçemek üçin niýetlenilendir. Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi  $20^\circ$ . Bu niwelir bilen *1 km* aralygy  $\pm 15 mm$  takyklykda niwelirmek mümkin. *HTC* niweliri öz-özünden gorizont

ýagdaýyna getirilýär. Ol kese nyşanalamak usulyňa niýetlenilendir. Onuň hem gorizontel tegelegi bardyr. Bu niwelir 1 km aralygy  $\pm 30\text{ mm}$  ýalňyşlyk bilen niwelirlemäge mümkinçilik berýär.



**8.12-nji surat.** H-3K niweliri:  
 1 – göteriji nurbatlar; 2 – öwriji nurbat; 3 – görüň trubasy; 4 – kramalyer; 5 – serpidiriji aýna; 6 – tegelek urowen; 7 – göteriji nurbat; 8 – gorizontel tegelek

**H-3K niweliriniň** (8.12-nji surat) ýapgytlyk burçy kompensator bilen üpjün edilip, ony ýeriň üstünde III we IV derejeli niwelirmek üçin nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni kesgitlemekde ulanmak bolar. Ondan başga-da gural ýeriň aşagyndaky nokatlarda niwelirmek işlerini geçirmekde hem peýdalanylýar. Onuň görüň trubasynda optiki sapakly uzaklykölçeýji 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 häsiýetnamalar	Bahalary
1	2
Stansiýalarda beýgelmäni kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy (niweliriň we reýkasynyň arasyndaky aralyk 100 metre çenli bolanda)	$\pm 2\text{ mm}$ -den az
1 km ikilenç ýörelgede orta kwadrat ýalňyşlyk	$\pm 2\text{ mm}$ -den az
Görüň trubasynyň ulaldyş koeffisiýenti	$30^\times$
Obýektiwiň erkin böleginiň diametri	40 mm-den köpräk
Görüň meýdanynyň burçy	40 mm-den köpräk
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy	2 metre çenli
Uzaklykölçeýjiniň koeffisiýenti	$100 \pm 1\%$
Kompensatoryň işleýiş çägi	$\pm 16'$
Niweliriň ölçegleri	200×140×130 mm-den köpräk

8.1-nji tablisanyň dowamy

1	2
Agramy (kg):	1,8
Niweliriň gabygynyň agramy	3,5

**NA-20 niweliri** Şweýsariýanyň *WILD* şeraketiniň işläp taýýarlan guralydyr (8.13-nji surat). Ol kyn tebigy şertlerde ulanylar ýaly kompensator bilen üpjün edilendir. Bu gural, aýratyn hem, gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar. Onuň ýokary hilli görüş trubasy islendik şertlerde çyzygy gorizontaň nyşanalamaga we takyk hasaplary almaga mümkinçilik berýär. Kompensatoryň perdesini bir gezek basmak bilen guralyň işleýşini barlamak bolar. Niweliri fokusirlemegiň gysga aralygynyň bolmagy gurluşyk meýdanlarynda hiç hili päsgelçiliksiz işlemäge mümkinçilik döredýär. Niwelir gorizontaň burçlary ölçemek üçin gorizontaň tegelegiň limbi bilen üpjün edilendir. Guralyň gyzyl-sary reňkiniň bolmagy, onuň gurluşyk meýdanynda howpsuzlyk bilen işlenilmegine ýagdaý döredýär (8.2-nji tablisa).



8.13-nji surat. *WILD* şeraketiniň *NA-20* niweliri

8.2-nji tablisa

**NA-20 niweliriniň tehniki häsiýetnamasy**

Tehniki häsiýetnamalar	Bahalary
1	2
1 km beýgelmede standart gysarma (mm)	2,5
Görüş trubasynyň ulaldyş koeffisiýenti	20 x
Obýektiwiň diametri (mm)	30
100 metrde 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

8.2-nji tablisanyň dowamy

1	2
Kompensatoryň uroweniniň duýgurlygy	$\pm 0,8''$
360°-lyk gorizonta tegelek	Standart
Agramy (kg)	1,6

NA-24 tehnik niwelirleriň toparyna degişli bolup, ol Şweýsariýanyň WILD şerketiniň önümidir (8.14-nji surat). Bu gural hem kompensator bilen üpjün edilendir. Şonuň üçin ony ýerasty we ýerüsti 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) geçirmez ýaly edilip ýasalandyr. Tegelek uroweniň düwmesi nol punkta getirileninden soňra gural işçi ýagdaýynda bolýar. Nyşanalanylýan çyzyk awtomatiki ýagdaýynda kompensatoryň kömegi bilen gorizonta ýagdaýyna getirilýär. İşlemezden öňürti kompensatoryň sazlygyny barlamak zerur. Bu niweliriň kömegi bilen ýeriň üstünde gorizonta burçlary hem ölçemek mümkin.



8.14-nji surat. NA-24 WILD şerketiniň niweliri

getirilýär. İşlemezden öňürti kompensatoryň sazlygyny barlamak zerur. Bu niweliriň kömegi bilen ýeriň üstünde gorizonta burçlary hem ölçemek mümkin.



8.15-nji surat. NA-200 «Leica» tipli elektron sanly niwelir

**WILD** şereketiniň **NA-2000** elektron niweliri (8.15-nji surat) dünýä bazarynda ilkinji elektron sanly niwelirdir. Gural ölçegiň netijelerini awtomatiki hasaba alýar (registrirleýär).

Bu niwelirde dolandyryş pultundaky klawiaturanyň bir perdesini basmak bilen awtomatiki usulda nokatlaryň takyk beýgelmesini we olaryň beýikliklerini kesgitlemek mümkindir. Ölçemeğiň esasy prinsipi alnan sanly maglumatlary işlemek bolup, ol hem, öz gezeginde, ýokary takyklygy üpjün edýär we amatly netijeleriň alynmagyna şert döredýär. Ölçegiň netijeleri san görnüşinde bir wagtyň özünde kompýuteriň huşuna ýazylyp bilner. Elektron niwelir bilen işlemek has ýönekeýdir hem-de ýeňildir, şeýle-de onuň bahasy arzan düşýär. Bu niwelirde amatly usullary ulanmak bilen işlemek bolýar.

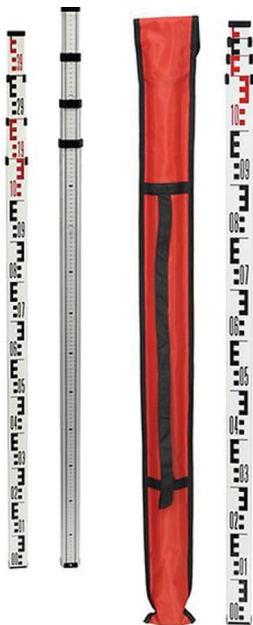
**Ulanylýan ýerleri.** Ol ýol gurluşygynda ýer üstüniň profilini surata almakda, binagärlikde, ýeriň üstündäki islendik desgalaryň deformasiýalaryny kesgitlemekde, ýer üstüniň topografiki kartasyny düzmekde, ýerasty kommunikasiýalary surata almakda, emeli suw howdanlaryny gurmakda we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar.

Bu gural üçin ýörite zolak görnüşli, kodly, elektron hasaby alar ýaly niwelir reýkalary ulanylýar. Niweliriň reýkasynyň beýikligi 4,05 metre deň bolup, onuň ýüz tarapynda adaty niwelirler bilen işläř ýaly masştably bölekler geçirilendir.

## 8.6. Niwelirmekde işledilýän reýkalar

Niwelirmekde ulanylýan reýkalaryň uzynlygy, adatça, 3–4 *m*, ini 8–10 *sm* we galyňlygy 2–2,5 *sm* ölçeglerde bolýar. Reýkalar özleriniň ulanylýan ýerlerine we ölçeginiň takyklygyna baglylykda agaçdan, metaldan ýasalýar. Metal reýkalar, adatça, inwar metalyndan ýasalýar. Bu reýkanyň serişdesiniň ýerliginiň 35%-i nikel we 65%-i demir garyndysyndan ybaratdyr. Reýka başdan-aýagyna çenli ak reňk bilen boýalyp, onuň iki ujuna galaýy kakylýar we ýörite maşynyň ýa-da şablonyň kömegi bilen çyzyklar çyzylýar. Reýka her 1 *sm*-den gara we ak reňkler bilen çalşylyp boýalýar. Reýkadan hasaplary almagy ýeňilleşdirmek

üçin her bir desimetr bölegi 5 *sm*-den ikä bölünendir (8.16-njy surat). Desimetr bölekleriň ilkinji baş santimetri *E* harpyna meňzeýär. Şu



**8.16-njy surat.** Niwelirlemekde işledilýän reýkalar

bölünmeler reýkanyň ölçenilip alnyş takyklygyna baglydyr. Reýkadaky desimetr bölekleri 0-dan başlap, reýkanyň ýokarsyna tarap arap sanlary bilen belgilenilendir (01, 02, 03,...30).

*Niwelirlemekde bitewi, sürülýän we eplenýän* görnüşli reýkalar ulanylýar.

**Bitewi reýkalaryň** (8.16-njy (a) surat) uzynlygy 3 metr bolup, santimetrli bölekler onuň iki tarapynda hem bardyr. Reýkanyň gara reňk bilen ýazylan tarapy – *reýkanyň gara tarapy*, gyzyl reňk bilen ýazylan tarapy bolsa *reýkanyň gyzyl tarapy* diýlip atlandyrylýar. Bu reýkalaryň şeýle edilmegi ýeriň üstüniň ikilenç niwelirlenilip, nokatlaryň beýgelmesiniň iki gezek, ýagny bir gezek niwelirlenilende nokatlaryň arasyndaky hakyky beýgelmäniň

kesgitlenilişi we ikinji gezek niwelirlenilende, kesgitlenilen beýgelmäniň dogry tapylandygy barlanylýar. Reýkanyň gara tarapyndaky desimetr hasaplary 0-dan 30-a çenli sanlar bilen, emma gyzyl tarapynyň başlangyç hasaby 4684, 4784, 4700 we 4800 *mm*-lik sanlardan başlap belgilenilýär. Bitewi reýkalaryň uzyn bolanlygy üçin olar uzak aralyklara äkitmekde (transportirowka etmekde) we abzalhanalarda saklamakda belli bir kynçylyklary döredýärler.

**Sürülýän reýkalaryň** (8.16-njy (b) surat) uzynlygy 2,1–2,2 metr bolup, iki sany reýkadan ybarat bolýarlar. Reýkalar biri-birine demir bentler bilen birleşdirilýär. Eger-de beýgelme 2 metrden köp bolsa, onda ýeriň çäginini niwelirlemekde yzky reýkanyň ýokaryk, reýkanyň



yzdaky berkidiji nurbatyny boşatmagyň esasynda ýokaryk çykaryl-magy zerurdyr. Häzirki zaman sürme reýkalary biri-birine geýdirilen görnüşli bolmak bilen, olar biri-biriniň içinden çykarylýar. Olaryň uzynlygy 4–5 metre çenli aralykda bolýar. Bu görnüşli niwelirler bi-len çylşyrymly relýefli ýeriň çäginini niwelirläp boljak.

**Eplenilýän reýkalaryň** (8.16-njy (ç) surat) 3–4 metre çenli beýikligi bolup, ol 1,5–2 metr aralyklardan eplenilýär. Ol iki sany reýkadan ybaratdyr. Reýkalar biri-birine şarniriň kömegi bilen berki-dilýär. Reýkadan uzak aralykdaky ýa-da çylşyrymly beýgelmeli ýeriň üstündäki hasaplary almak üçin reýkanyň ikinjisi ýokaryk göterilip, berkidiji nurbatyň kömegi bilen berkidilip goýulýar.

## 8.7. Niwelirli ýustirowka etmek we sazlamak

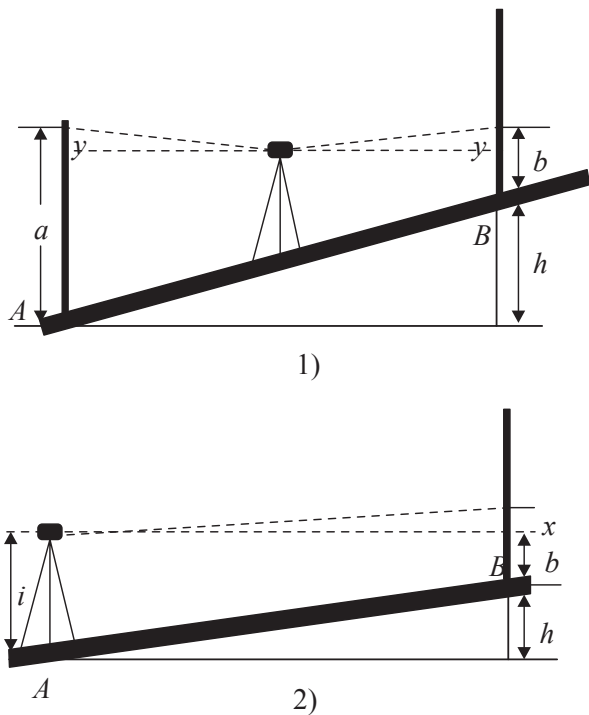
Niwelirler, adatça, zawodda ýasalan wagty, belli mehaniki-tehnologik, optiki we geometriki talaplara dogry geler ýaly işlenilip çykarylýar. Guralyň könelmegi, mehaniki şikeslenmegi we başga sebäpleriň netijesinde esasy talaplary ödäp bilmezligi hem mümkin-dir. Şonuň üçin niwelir bilen işlemäge başlamazdan önürti, şeýle hem iş hadysasynyň dowamynda guralyň işleýşini wagtal-wagtal barla-mak gerekdir.

**Niwelirleri ýustirowka etmek** onuň aýry-aýry nurbatlarynyň sazlaşykly aýlanmagyny, görüş trubasynyň gorizonttal okunyň daşyndan hiç hili bökdençsiz aýlanmagyny anyklamak bilen geçi-rilýär. Ýustirowkanyň netijesinde kesgitlenilen näsazlyklar meýdan (eger-de mümkin bolsa) şertlerinde, eger-de mümkinçilik bolmasa, geodeziki gurallaryň bejerilýän ussahanasynda düzedilýär.

Tehniki niwelirleri sazlamagyň tertibi bilen tanyş bolalyň. Tehni-ki niwelirleriň aşakdaky talaplara laýyk bolmagy hökmandyr:

1. *Niwelirleriň görüş trubasynyň nyşanalaýjy oky silindrlil uroweniň okuna parallel bolmalydyr* (8.17-nji surat). Bu şerti barla-mak üçin, takmynan, biri-birinden 50 metr çemesi daşlykda ýerleşen iki sany nokat belleniýär. Bu nokatlaryň hakyky beýiklikleriniň ta-

pawudy «*öňe*» we «*ortadan*» niwelirleme usullarynda kesgitlenilýär. Eger-de iki gezek ölçenilen beýgelmeler biri-birine deň bolsalar, şert ýerine ýetýär. Beýgelmeleriň tapawudy 4 mm-den köp bolsa, onda niwelirmäge düzedişleri girizmek gerek. Onuň üçin ikinji nokatda ornaşdyrylan reýkadan dogry hasap  $b = i - h$  formulanyň esasynda hasaplanylýp çykarylýar. Soňra görüş trubasynyň sapaklar tory onuň göteriji nurbatlarynyň kömegi bilen göterilip, ýokardaky hasaplanylýan sana dogrulanylýar.



8.17-nji surat. Niwelirleriň barlanylyş usullary

**HB-1 niwelirinde** öwrüji nurbatlaryň bolmanlygy üçin uroweniň düzediji nurbatlarynyň kömegi bilen sazlanýlýar. Onuň üçin görüş trubasynyň nyşanalaýjy oky elewasion nurbatyň kömegi bilen  $b$  hasaba dogrulanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň düwmesi bir tarapa gyşarýar. Soňra uroweniň gutusynyň okulýar tarapdaky gapagy açylyp, uroweniň sazlaýjy nurbatlary burlup, düwmäniň uçlary biri-birine gabat getirilýär.

Görüş trubasynyň nyşanalajy okunyň uroweniň okuna parallel dældigi sebäpli emele gelen ýalňyşlygy azaltmak üçin, niwelir beýikligi ýa-da beýgelmesi kesgitlenilýän nokatlaryň ortasynda çen bilen ýerleşdirilýär.

2. *Silindrli uroweniň okunyň guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmandyr.* Bu şerti barlamak üçin, ilki bilen, uroweniň okuny metal goýguçdaky göteriji nurbatlara parallel ýagdaýda goýmaly. Soňra nurbatlar gapma-garşylykly tarapa towlanylýp, uroweniň düwmesi näýçanyň ortasyna, ýagny nol punkta getirilýär we üçünji nurbatyň kömegi bilen uroweniň düwmesi nol punkta süýşürilýär. Şu ýagdaýdan görüş trubasyny  $180^\circ$  öwürýäris. Eger-de uroweniň düwmesi nol punktada ýa-da ondan iki bölekden köp gysarmasa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar, ýöne uroweniň düwmesi nol punktadan onuň gyzalaryna 2 bölekden köp gysarsa, onda uroweniň düzediji nurbatlarynyň we göteriji nurbatlaryň ýarymaýlawlaryny düzetmek işleri geçirilýär. Uroweni düzetmek işiň dowamynda birnäçe gezek gaýtalanylýar.

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 diýlip hasaplanylýar. Garşylykly ýagdaýda ol sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen nol punkta getirilýär.

4. *Sapaklar torunyň gorizontalyňyň guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmandyr.* Bu şerti barlamak üçin gural işçi ýagdaýyna getirilýär we görüş trubasy aralykda ýerleşen bir nokada ýa-da reýka nyşanalanylýar (wizirlenilýär). Soňra sapaklar torunyň gorizont çyzygy bellenilen nokady tutsa, şert ýerine ýetdi diýlip hasaplanylýar. Eger-de gorizont çyzyk nokady tutmasa, sapaklar toruny sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen düzetmek zerurdyr.

5. *Niweliriň görüş trubasynyň nyşanalajy okunyň gorizont ýagdaýynda beýgelmani ölçemek hasaply bölekleriň gorizont sapaga dogry gelmegi bilen alnyp barylýar.* Bu şert barlanylanda uzynlygy 100 metr bolan çyzygy «öňe» niwelirlemek usuly bilen iki gezek niwelirlemegiň netijesinde ýerine ýetirilýär. 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 başlangyç we ahyrky depelerine ornaşdyrylan guralyň beýikligi;

$b_1$  we  $b_2$  – reýkada guralyň beýikligine deň bolan hasap trubadaky sapaklar torunyň ortadaky gorizental çyzygyna dogrulanylyp, beýgelmäni ölçemegiň hasaply böleklerinden (ştrihlerden) alnan sanlar;

$x$  – berlen çyzygy ikinji gezek niwelirmek bilen alnan hasaplar ( $mm$ ).

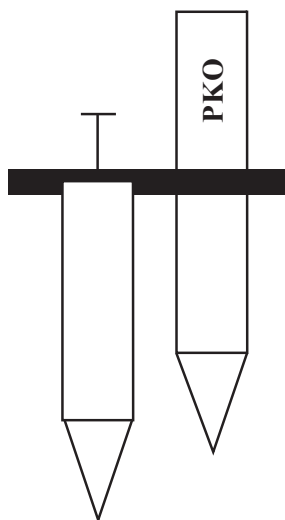
Eger-de  $x < 2 mm$  bolsa, şert ýerine ýetdi diýlip hasaplanylýar. Eger  $x > 2 mm$  bolsa, niweliri gaýtadan sazlamak gerekdir. Onuň üçin sapaklar tory  $b_1$  deň bolsa hasaba galdyrylyp, trubanyň ýagdaýynda berkidilip goýulýar. Soňra uroweniň mikrometriki nurbatyny towlamak bilen beýgelmäni ölçemegiň hasaby  $b'_2 = b_2 + x$  ululyga dogrulanylýar 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 niwelirmek relýefiň mikroformasyny almaga mümkinçilik berýär.

**Profili** gurmak maksady bilen, geçirilýän niwelirmek işleri:

- çyzygy niwelirmäge taýýarlamagy ýa-da piketleri bölmegi;
  - niwelirmegiň meýdan işlerini;
  - meýdan dergisini (žurnalyny) işlemeği, piketleriň beýikliklerini hasaplamagy we profili gurmagy öz içine alýar;
- Piketleri bölmezden öňürti niwelirlenilýän çyzyk boýunça ýerde öwrüm nokatlaryna çelgiler ornaşdyrylýar. Soňra öwrüm çyzyklarynyň gorizental burçlary teodolitiň ýarym priýomynda ölçenilýär.

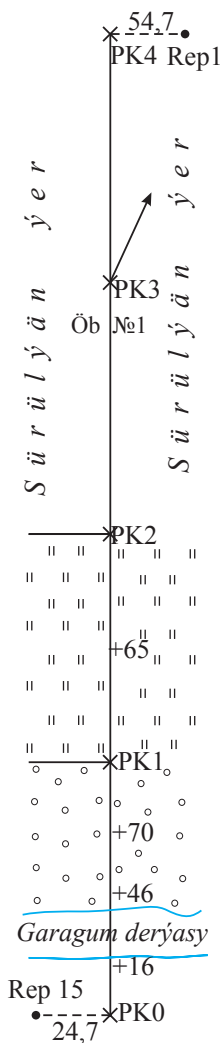


8.18-nji surat

Niwelirlenilýän çyzygy ölçeg gurallary bilen ölçemekde ýeriň üstünde belli bir aralykdan piketleri şu aşakdaky tertipde belleyäris, 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 15-20 *sm* galdyrylyp kakylýar, oňa piketleriň tertibi ýazylýar. Başlangyç piketi nol (PK0) bilen belgileýäris (8.18-nji surat). Piketleri biri-birinden 100 *m* aralyklarda (relýefiň çylşyrymlylygyna baglylykda, käbir ýagdaýlarda 50 metr aralykdan hem alynýar) ýerleşdirip, başlangyç piketden soňra *PK1*, *PK2* we ş.m. alynýar. Piketleriň tertibi niwelirlenilýän çyzygyň ahyryna çenli yzygiderlikde artýar we olar boýunça geçirilen çyzygyň uzynlygyny bilip bolýar. Eger-de goraýjyda *PK5*, 6 diýen ýazgylar bolsa, onda şu pikete çenli 5,6 *km* (5600 *m*) aralygyň geçilenligini aňladýar.

Eňňitleriň häsiýetli nokatlary hem-de niwelirlenilýän çyzyklaryň öwrüm burçlary örän seýrek gabat gelýär. Bu ýagdaýda nokatlara ýeriň üsti bilen deň derejede gazyk kakylýar we goraýjylar goýulýar.

Bu nokatlar goşmaça hökmünde alnyp, olara çenli aralyk geçen piketden alynýar we onuň tertibiniň üstüne goşulýar. Meselem, piketaž dergisinde (8.19-njy surat) PK0 we PK1 piketleriň arasynda üç sany *aralyk nokatlar*: *PK0+16*, *PK0+46* we *PK0+70* ýerleşen. Beýle diýildiği birinji aralyk nokadyň 0-njy piketden 16 *m*, ikinji aralyk nokadyň 46 *m* we üçünji aralyk nokadyň bolsa 0-njy piketden 70 metr aralyklarda ýerleşýändigini aňladýar. 1-nji we 2-nji piketleriň aralygynda bir sany *PK1+65* aralyk nokady ýerleşendir. Onuň bolsa 1-i piketden 65 *m* aralykda berlen nokadyň ýerleşýändigini aňladýar.

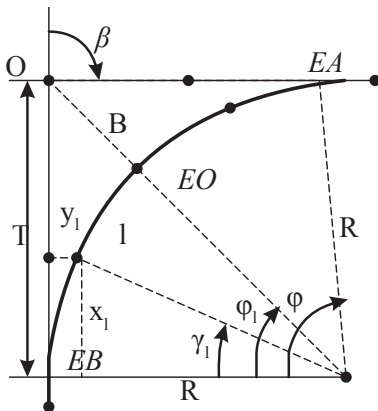


**8.19-njy surat.**  
Piketaž dergisi

Niwelirlenilýän nokatlary olaryň tertibinden daşary öwrümiň ugruny, meselem, «burç saga» ýa-da «burç çepde» diýen ýaly ýazgylary boýunça tapawutlandyrmak bolar.

Trassanyň okundan belli aralykda relýefiň üýtgeýşini häsiýetlendirýän şekili görkezmek üçin keselikler, ýagny trassanyň okuna perpendikulýar ýörelgeler alynýar. Eger-de keselik öwürüm burça düşýän bolsa, onda ony bissektisada 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  $20 m$  sagda (S) we  $20 m$  çepde (Ç) ýerleşýär diýilidir.

Keseligi bölmekde trassanyň öwürümlü nokatlary, onuň üstünde bolsa egriniň esasy nokatlary belgilenilýär. Egriniň esasynda öwürüm egrisiniň başlanýan ( $EB$ ) ýeri belgilenilýär. Öwürüm egrisiniň ahyry ( $ÖA$ ) we öwürümlü egriniň ortasy ( $EO$ ) degişlidir. Öwürümlü egriniň esasy elementlerini kesgitlemek üçin öwürüm burçy ( $\beta$ ) we öwürümiň radiusy ( $R$ ) belli bolmalydyr. Trassanyň öwürüm burçlarynyň niwelir ýörelgesiniň ugruna görä sagda we çepde ýerleşmegi mümkindir. Trassanyň öwürüm burçlary gorizont burçlary ölçeýji gurallaryň (teodolitiň, gorizont tegelekli niweliriň) kömegi bilen ölçenilýär.



8.20-nji surat. Ýol egrisiniň elementleri

Tegelegiň radiusy proyektirlenilýän gurluşyň tehniki ýagdaýyna görä alynýar. Öwürüm nokatlarynyň esasy nokatlarynyň ýerleşmesi öwürüm nokadynyň depesinden ýörelge boýunça öne we yza alynýar. Göniniň bu kesimlerine **tangens** diýilýär we  $T$  harpy bilen belgilenilýär (8.20-nji surat). Öwürüm egrisiniň ortasy bissektisada bilen kesgitlenilýär we  $B$  harpy bilen belgilenilýär. Tangensiň we bissektisanyň ululygy formulalardan alnan hasaplamalar boýunça kesgitlenilýär.

Tangensi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$

Bissektrisany bolsa aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R.$$

Bissektrisanyň bahasyny öwrüm burçunyň we radiusyň ululyklary boýunça düzülen ýörite tablisanadan tapmak bolar.

Öwrüm egrisi boýunça piketleri (piketažy) bölmekde egriniň uzynlygyny ( $E$ ) we domeriň ( $D$ ) bahasyny bilmelidir. Bu ululyklary aşakdaky formulalaryň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$E = \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot \beta \quad \text{we} \quad D = 2 \cdot T - K.$$

Ululyklary kesgitlemekde ýörite tablisanadan 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 aýryp, öwrüm egrisiniň düzedilen bahasyny tapýars.

Meselem, hasaplamak üçin aşakdaky maglumatlary alalyň: egerde  $b=50^\circ$  we  $R=500$  metr, ýörelgede öwrüm burçy  $PK3+40$  metrlik piketde ýerleşen diýeliň, onda «öwrüm egrisini bölmek» üçin tablisanadan *tangensiň*, *egriniň*, *domeriň* we *bissektrisanyň* bahalaryny tapalyň. Eger-de tablisa bolmasa, bu bahalary tapmak üçin ýokarda görkezilen formulalardan peýdalanmak mümkindir. 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
Barlagy: Öwrüm burçy PK3+40	
+ T	PK2+33,16
ÖA	PK5+73,16
– D	29,98
ÖE <sub>düzedilen</sub>	PK5+43,18

Egriniň esasy nokatlary bölňenden soňra piketleri göni çyzykdan egri çyzygyň üstüne geçirýäris. Bu ýagdaýda gönüburçly koordinatlar usulyny peýdalanýarys.

Şu hasaplamanýň esasynda egriniň başlangyç nokadyny tangensiň we öwrüm nokadynyň üsti bilen tapmak bolar. Onuň üçin öwrüm nokadynyň tangensiň ( $T=233,16\text{ m}$ ) bahasyny trassanyň başlangyjyna tarap alyp goýmak ýa-da  $PK1$ -den  $6,84$  metr aralygy  $PK2$  ugra alyp goýmak bilen tapmak bolar. Egriniň ahyrky nokadyny öwrüm burçundan tangensi ( $T=233,16\text{ m}$ ) 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 arasy  $100\text{ m}$  aralyga deň bolar ýaly ýagdaýda geçirýäris.

Diýmek, tangensiň üstünde  $PK1$   $S_1=6,84\text{ m}$  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. Abssissa ( $x$ ) okunyň ugry hökmünde göni, ýagny tangensiň ugruny, emma ordinatlar oky ( $y$ ) hökmünde bolsa radiusyň çyzyklaryny almak mümkin.



## Tehniki niwelirlemegiň dergisi

Surata almagyň geçirilen wagty «23» iýul 2015 ý.

NA – 724

Howanyň temperaturasy:

+18

Howanyň çyglylygy:

754 mm

Gözegçi Ataýew Ý., Jumayew A. Hasaplan Hanjaýewa Ä., Guzylýew N.

Stansiýanyň tertibi N/N	Reýkanyň duran nokady	Reýka boýunça hasap (mm)			Beýgelmeler (mm)			Guralyň gorizonty (m)	Beýklilik, H (m)	Goşmaça
		yzdaky	aralyk	öňdäki	hasaplanyljan	orta	düzedilen			
I	2 Rep 15	3 1078	4 5760	5 4682	6 -0450	7 +1,5	8 -0450	9 114,995	10 115,445	11
	PK0			1528	-0453	-0451,5			114,995	
	PK0	1956		4685	+1776	+1,0	+1778	116,951	114,995	
	+16	6642	2972		+1778	+1777			113,979	
	+46	4686	2967						113,984	
	PK0+60			0180					116,773	
				4864						
				4684						
	Rep 15	2769			+1887	+1,0	+1890		116,773	
		7464		0882	+1891	+1889				
	PK0	4685		5563					118,663	
				4681						

## 8.3-nji tablisaniy dowamy

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	PK1	2285	0869	0500 5184 4684	+1785	+1,5	+1786	120,948	118,663	
	+65	6959			+1785	+1785	+1785			
	PK2	4684								
V	PK2	2040			+1832	+1,5		120,449		
	PK3	6724			+1831	+1831,5	+1833			
		4684								
VI	PK 3	2743			+1910	+1,5		122,282		
		7428			+1913	+19,11,5	+1913			
	PK 4	4685								
VII	PK 4	0846			-0508	+1,5		124,195		
		5529			-0507	-0507,5	-0706			
	Rep 16	4683								
sahypa barlagy	$\Sigma Y =$		$\Sigma O =$	$\Sigma = 18388$		+9194	+9200			
	$= 60223$ mm		$= 43753$ mm	$\Sigma = 19918$		-0959	-0956			
$\Sigma Y - \Sigma O =$	$60223 - 43753 =$	$16470$ mm		$2\Sigma h = 16470$ mm		$\Sigma h_{\text{orta}} =$	+8244			

$$f_h = \Sigma h_{\text{orta}} - \Sigma h_{\text{bolamaly}} = \Sigma h_{\text{orta}} - (H_{\text{alyrky}} - H_{\text{başlangyç}}) = +8,235 - (123,689 - 115,445) = +8,235 - 8,244 = -0009 \text{ mm}$$

$$f_h \text{ goýberlen} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ mm}$$

Reýkacylar: **Gurbandurdyýew M., Çaryýew G.**  
 Çyzýanlar: **Mämmetnurowa J., Myratberdiyew P.**

Egriniň üstünde *PK2-niň* ýagdaýyny kesgitleýän ululyklar bolup  $x_1$  we  $y_1$  bahalary durýar. Olaryň bahalaryny tapmak üçin, ilki bilen, kömekçi  $\gamma$  burçy almak bolar. Ony bolsa  $s_1=6,84$  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* koordinatalaryny kesgitleýäris. *PK4-i* hasaplamak üçin *PK3* koordinatalaryny 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 barylýar.

Piketleri bölmek bilen birlikde ýer üstüniň zolagynyň (trassanyň ugrunyň) gözçeni bilen surata alynmagy geçirilýär. Şurata almak zolagyň, takmynan, iki tarapyndan 30–40 metr inilikde alynýar.

Ähli ölçegleriň ýazgysy piketaž dergisinde (žurnalynda) (*8.19-njy surat*), millimetrlik kagyzyndan ýasalan depderde alnyp barylýar. Derginiň her bir sahypasynyň, takmynan, ortasyndan göni çyzyk geçirilip (niwelirlenilýän trassanyň okuny), bu gönüde ähli piketler, aralyk nokatlar we trassanyň öwrüm nokatlary şertli görkezilýär. Gözçeni bilen surata almagyň netijesinde alnan sudur elementleri topografiki şertli belgiler bilen bezelip, galamda (tuşda) çyzylýar.

## 8. 9. Keselikleri surata almak

Keselikleri surata almak ýerdäki toprak işlerini, ýeriň üstünde bentleri proyektirmek we üstki suw akymalarynyň ulgamyny döretmek, şeýle hem gurluşyk üçin işçi resminamalary taýýarlamak

üçin geçirilýär. Muny keselikleri geometriki ýa-da trigonometriki niwelirlemegiň üsti bilen geçirmek bolar.

Geometriki niwelirlemegiň usullary arkaly keselikleri surata almakda awtomobil ýolunyň piketažyny bölmek bilen birlikde, her bir piketdäki we goşmaça nokatdaky, şeýle hem relýefiň häsiýetli nokatlaryndaky keselikleri hem bölýäris. Ýoluň gönüçyzykly ýerlerinde keselikler trassanyň okuna perpendikulýar edilip, emma egrü çyzykly ýerlerde bolsa egriniň radiusy boýunça bölünýär. Keselikleriň häsiýetli nokatlaryny gazyklar bilen berkidýäris we oňa trassanyň oky boýunça aralyklary ýazýarys. Keselikleriň uzynlygyny ýer üstüniň ýokary galma elementleriniň ählisi ýerleşer ýaly derejede alýarys. Soňra keselikleriň nokatlaryny geometriki niwelirleýäris. Hasaplary niwelir reýkanyň diňe gara tarapyndan alýarys.

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 almagy ýola goýdy. Onuň üçin teodoliti degişli 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 niwelirlemegiň kömegi bilen niwelirmek az işi talap edýär, şeýle-de ol has öndürjiliklidir, ýagny keselikleri oňünden 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 dogrulygy her bir stansiýada ýörelge niwelirlenilip bolnandan soňra barlanyp görülýär. Ähli alnan hasaplar geometriki niwelirlemegiň dergisine ýazylýar (8.3-nji tablisa).

Niwelirlemekde ikitaraply niwelir reýkasy işledilse, onda her bir stansiýada niwelirlemek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we niwelirlemegiň netijeleri barlanylýar:

- 1) Yzdaky reýkanyň gara tarapyndan hasap ( $a$ ) alynýar.
- 2) Öňdäki reýkanyň gara tarapyndan hasap ( $b$ ) alynýar.
- 3) Yzdaky reýkanyň gyzyl tarapyndan hasap ( $a'$ ) alynýar.
- 4) Öňdäki reýkanyň gyzyl tarapyndan hasap ( $b'$ ) alynýar.
- 5) Nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni aşakdaky ýaly iki gezek hasaplaýarys:

$$h = a - b \text{ we } h' = a' - b' .$$

Niwelirlemekde goýberilýän ýalňyşlyk gereginden artykmaç bolsa, ýagny nokatlaryň arasyndaky iki gezek ölçenilen beýgelme nazary taýdan ( $h_1=h_2$ ) biri-birine deň bolmalydyr ýa-da olaryň tapawudy ulanylan guralyň ölçeg takyklygyndan geçmeli däldir. Tehniki takykly niwelirlemek üçin  $\pm 5 \text{ mm}$ -den uly bolmaly däldir. Ikitaraply reýkalar işledilende, reýka her gezek goýlanda gyzyl we gara taraplardan alnan hasaplaryň tapawudy reýkanyň gyzyl tarapyň başlangyç hasabyndan  $\pm 5 \text{ mm}$ -den köp bolmaly däldir ( $4684 \pm 5 \text{ mm}$ ;  $4784 \pm 5 \text{ mm}$ ;  $4700 \pm 5 \text{ mm}$ ;  $4800 \pm 5 \text{ mm}$  we ş.m.). Niwelirlemekde birtaraply reýka işledilýän bolsa, onda her bir stansiýada niwelirlemek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we ölçegiň netijeleri barlanylýar.

- 1) Yzdaky reýkadan hasap ( $a_1$ ) alynýar.
- 2) Öňdäki reýkadan hasap ( $b_1$ ) alynýar.
- 3) Guralyň gorizontyny, takmynan, 10–15  $sm$  göterýäris ýa-da düşürýäris.
- 4) Yzdaky reýkadan hasap ( $a_2$ ) alýarys.
- 5) Öňdäki reýkadan hasap ( $b_2$ ) alýarys.
- 6) 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 hasaplanylýan beýgelmeleriň biri-birine deň bolmagynyň ýa-da olaryň tapawudynyň ulanylýan guralyň ölçýjilik takyklygyndan geçmezligi gerekdir.

Niwelirmekde birtaraply ýa-da ikitaraply reýka işledilende ýalňyşlygyň ululygynyň her bir stansiýada iki gezek kesgitlenilen beýgelmäniň biri-birine deň bolmazlygy mümkindir.

Hasaplanylýan beýgelmeleriň arasyndaky tapawudyň ýol berilýän çäkten geçmezligi hökmany şertdir. Niwelirmekde ýol berilýän çäkli ýalňyşlyklaryň mukdary mahsus görkezmelerde berilýär. Me-selem, IV derejeli niwelirmekde iki nokadyň arasyndaky ölçegiň netijeleri biri-birinden  $\pm 5 \text{ mm}$ -den kiçi uly baha deň bolsa, belli stan-siýada niwelirmek dogry geçirilen diýlip hasaplanylýar. Eger-de ta-pawut  $\pm 5 \text{ mm}$ -den uly bolsa, onda niwelirmegiň netijesi kanagatlanarsyz diýlip hasaplanylýp, iş täzeden geçirilýär.

Poligony ýa-da iki nokadyň arasyndaky çyzygy niwelirmekde uly ýalňyşlyklara ýol bermezlik we niwelirmegiň netijelerini barlamak üçin işler aşakdaky tertipde alnyp barylýar:

1. *Göni we ters ýörelgede (ugurda) niwelirmek.* Bu usul aýratyn niwelirlenilýän aralygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri belli bolmadyk ýagdaýynda, ýagny soňraky niwelirmegiň netijelerini barlamak maksady bilen geçirilýär. Bu usulda beýgelmäniň kesgitlenilýän iki nokadynyň aralygy iki gezek: göni we ters ýörelgede niwelirlenilýär. Ondan alnan netijeleriň algebraik jeminiň gapma-garşy bahasy we biri-birine deň bolmagy hökmany şert hasaplanylýar, ýagny:

$$\sum_{i=1}^n h_{göni} = \sum_{i=1}^n h_{ters}.$$

2. *Iki gural bilen yzly-yzyna niwelirmek.* Bu ýagdaýda gural bilen ölçenilen beýgelmeleriň jeminiň nokatlaryň arasyndaky ikinji gural bilen niwelirmegiň netijesindeki beýgelmeleriň jemine deň gelmegi hökmandyr. Aňlatmany aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_1 = \sum_{i=1}^n h_2.$$

3. *Ýapyk ýörelgäni poligon boýunça niwelirmek.* Bu ýagdaýda niwelirmek poligonyň haýsy hem bolsa absolyt beýikligi belli bolan nokadyndan başlanyp ýene-de şu nokada gelinýär. Niwelirmegiň netijesi, ýagny beýgelmeleriň jeminiň 0 (nola) deň bolmagy hökmandyr. Aňlatma aşakdaky ýaly berilýär:

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{ölcenen}} = 0.$$

4. *Absolyt beýikligi belli bolan iki nokadyň aralygyny niwelirmek.* Bu ýagdaýda alnan beýgelmeleriň jemi iki nokadyň beýiklikleriniň tapawudyna deň bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{bolmaly}} = H_{\text{ahyr.}} - H_{\text{ba_lan.}}$$

Iş wagty emele gelýän uly ýalňyşlyga ýol bermezlik şerti bilen niwelirmegiň netijesini barlamak hökmandyr. Niwelirmegiň netijesinde alnan bahadan nazary 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 kesgitlenilen ýalňyşlygyň bolmalysyndan uly bolmazlygy hökmany şert hasaplanylýar.

Ýalňyşlyklaryň nazaryýetine görä, orta kwadrat ýalňyşlygyň mukdary, aýratyn hem, ikeldilen bahasy **predel ýalňyşlyk** diýlip atlandyrylýar we aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$\Delta h_{\text{predel}} = 2 \times m.$$

Her bir stansiýadaky beýgelmäni kesgitlemekdäki orta kwadrat ýalňyşlyk yzdaky we öňdäki reýkalardan hasaplary almakda emele gelen ýalňyşlyklaryň jeminden durýar we aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$m_{\text{orta}} = \pm m_p \cdot \sqrt{2}.$$

Bu ýerde  $m_p$  – reýkadan hasap almakda orta kwadrat ýalňyşlyk.

1 km aralygy niwelirmekdäki orta kwadrat ýalňyşlyk şu aralykda birnäçe stansiýalar boýunça beýgelmeleri ölçemegiň

ýalňyşlyklarynyň jeminden durýar. Eger-de 1 km aralygy niwelirlemekde 10 stansiýa alnan diýip pikir etsek, onda 1 km aralygy niwelirlemekde orta kwadrat ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$m_{km} = \pm m_{dur} \cdot \sqrt{10}.$$

Niwelirlenen aralyk 1 km-den uzyn bolsa, niwelirlemegiň netijesinde alnan beýgelmeleriň predel ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen tapylýar:

$$\Delta h_{predel} = 2 \cdot m_{st} \cdot \sqrt{n}.$$

Bu ýerde:

$m_{st}$  – her bir stansiýada niwelirlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy;

$n$  – niwelirlemekdäki stansiýalaryň sany.

50 km aralyga çenli ýörelgäni niwelirlemekdäki predel ýalňyşlyk aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta h = 2 \cdot m_{st} \cdot \sqrt{n}.$$

Bu ýerde:

$m_{km}$  – bir kilometr aralygy niwelirlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy;

$L$  – niwelirlenilen ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

## 8.11. Ýoluň (trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak

Geometriki niwelirlemegiň netijelerine hem-de piketaž dergisiniň (žurnalynyň) maglumatlaryna esaslanyp, ýol trassasynyň uzaboýuna profilini gurmak bolar. Niwelir ýörelge berlen reperleriň aralygynda ýa-da haýsy hem bolsa bir reperden başlap, ýene-de şol repere gaýdyp gelmek bilen geçirilýär. **Reper** – ýeriň üstünde beýikligiň belli we degişli geodeziki belgiler bilen berkidilen nokady. Reperleriň beýikligi *Baltika sistemasyndan* ýa-da haýsy hem bolsa şertli üstden hasaplanylýar.

Bular aşakdaky tapgyrlardan, ýagny geometriki niwelirlemegiň dergisindäkileri hasaplamakdan we berlen ýer üstüniň profilini gur-



mak ýaly işlerden durýar. Profiliň masştablarynyň gorizonta ugurda 1/2000 we wertikal ugurda ondan 10 esse kiçi bahasy (1/200) alynýar.

Geometriki niwelirlemegiň dergisini işlemek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär (8.3-nji tablisa):

1. Geometriki niwelirlemegiň dergisinde alnan hasaplaryň dogrulygyny barlamak üçin reýkanyň gyzyl tarapyň başlangyç hasabyny yzdaky we öňdäki nokatlar üçin (yzky  $k=a-b$  we öňdäki  $m=a'-b'$  reýkalar boýunça) kesgitleýäris. Alnan netijeleri derginiň 3-nji we 4-nji sütünlerinde hasaplaryň aşagyna ýazýarys.

2. Baglanyşykly nokatlaryň arasyndaky ikeldilen beýgelmeleri (h) aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$h = a - b; h' = a' - b'.$$

Bu ýerde:

$a$  we  $b$  – yzdaky we öňdäki reýkalaryň gara tarapyndan alnan hasaplar (mm);

$a'$  we  $b'$  – yzdaky we öňdäki reýkalaryň gyzyl tarapyndan alnan hasaplar (mm);

$h$  we  $h'$  – nokatlaryň arasyndaky beýgelmeler (mm).

Berlen nokatlaryň ikeldilen beýgelmeleriň arasyndaky tapawudynyň  $\pm 5$  mm predel bahadan geçmezligi hökmandyr. Alnan netijeleri derginiň 6-njy sütünine ýazýarys.

3. Sahypa barlagyny her bir dolan sahypa görä geçirýäris. Onuň üçin ähli yzdaky we öňdäki piketlerden alnan gara we gyzyl hasaplar jemleýäris we aşakdaky formula arkaly olaryň tapawutlaryny 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);

$\Sigma(b+b')$  – öňdäki tagtadan alnan hasaplaryň jemi (mm).

Biziň alan 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 dergi boýunça jemleýäris we aşakdaky netijäni alýarys:

$$\sum_{i=1}^n 2h_{\text{hasap}} = 16470 \text{ mm.}$$

Diýmek, hasaplanylýan ikeldilen beýgelmeleriň we reýkadan alnan hasaplaryň *jemleriniň biri-birine deň* bolmagy hasaplamanyň dogry geçirilenligini görkezýär.

4. Sahypa barlagyny geçirenimizden soňra, orta beýgelmeleri her bir stansiýada geçiryäris. Ony geçirmek üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$h_{\text{orta}} = \frac{h + h'}{2}.$$

Orta beýgelmeleri derginiň 7-nji sütünine ýazýarys.

5. Hasaplanylýan beýgelmeleri berkitmek işine girişýäris. Bu işi geçirmek üçin ýörelgede goýberilen ýalňşlygy hasaplaýarys. Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda beýgelmeleriň jemi aşakdaky baha deň bolmalydyr:

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{orta}} = 0 \neq f_h.$$

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda aşakdaky formulany ulanmak bilen ýörelgede goýberilen ýalňşlygy kesgitlemek bolar:

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_{\text{orta}} - \sum_{i=1}^n h_{\text{bolmaly}}.$$

Bu ýerde

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{bolmaly}} = H_{\text{ahyrky}} - H_{\text{başlangyç}}.$$

Bu ýerde:  $H_{\text{ahyrky}}$  – ahyrky nokadyň beýikligi ( $m$ );

$H_{\text{başlangyç}}$  – başlangyç nokadyň beýikligi ( $m$ ).

Biziň alan mysalymyzda ýalňşlyk 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 goýberilen ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Tehniki niwelirlemek üçin goýberilen ýalňyşlygyň mukdary aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

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

Bu ýerde:  $L$  – ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

Alnan mysalda  $L = 400 \text{ m}$  ýa-da  $0,4 \text{ km}$  baha deňdir. Onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$f_{h \text{ goýberilen}} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ mm}.$$

Şert boýunça bu baha edilýän talaby doly kanagatlandyryýar we şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$f_h \leq f_{h \text{ goýberilen}}, \text{ onda } 9 \text{ mm} < 32 \text{ mm}.$$

7. Tapylan ýalňyşlygy ýörelgedäki her bir stansiýanyň orta beýgelmesine ters alamaty bilen paýlaýarys. Paýlanylan ýalňyşlygyň jemi ters alamaty bilen tapylan ýalňyşlyga deň bolmalydyr, ýagny  $+9 \text{ mm} = -9 \text{ mm}$ . Paýlanylan ýalňyşlyklary hasaba almak bilen orta beýgelmeleri düzedýäris we düzedilen beýgelmeleri ( $h_{\text{düzedilen}}$ ) dergininiň 8-nji sütünine alarys.

8. Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýikligini aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplaýarys:

$$H_n = H_{n-1} \pm h_{\text{düzedilen}}.$$

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 tamamlaýarys.

Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda başlangyç nokatdan (reperden) hasaplamaga başlap, ýene-de şol nokatda ony tamamlaýarys. Bu bolsa geçirilen hasaplamaalaryň dogry geçirilenligini barlamaga esas döredýär.

9. Aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplamak üçin guralyň gorizontyny hasaplamak gerekdir. Guralyň gorizonty aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$GG = H_{baş.piket} + a \text{ ýa-da } GG = H_{ahyr.piket} + b.$$

Bu ýerde:

$H_{baş.piket}$  – aralyk nokadyň ýerleşen piketiniň başlangyç nokadynyň beýikligi ( $m$ );

$H_{ahyr.pik}$  – aralyk nokadyň ýerleşen piketiniň ahyrky nokadynyň beýikligi ( $m$ );

$a$  – başlangyç nokatdan alnan gara hasap ( $m$ );

$b$  – ahyrky nokatdan alnan gara hasap ( $m$ ).

**4-nji mysal.** Iki stansiýadaky aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplamak üçin guralyň gorizontyny kesgitläliň. Onuň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$GG = 114,995 + 1,956 = 116,951 \text{ m},$$

ýa-da

$$GG' = 116,773 + 0,180 = 116,953 \text{ m}.$$

Hasaplanylýan gurallaryň gorizonty başlangyç we ahyrky nokatlarda (piketlerde), takmynan, biri-birine deňdir. Olaryň arasyndaky tapawut ( $D = GG - GG'$ ) tehnikni niwelirlemek üçin  $\pm 5 \text{ mm}$ -den köp bolmaly däldir. Alnan mysalda 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 ( $m$ ).

**5-nji mysal.** Iki stansiýadaky aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplalyň. Olaryň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{PK0+16} = 116,952 - 2,972 = 113,980 \text{ m};$$

$$H_{PK0+46} = 116,952 - 2,967 = 113,985 \text{ m.}$$

Geometriki niwelirlemegiň dergisini stansiýa boýunça işlemek üçin EHM-leriň BASIC dilinde düzülen programmasy şu aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 rem «Geometriki niwelirlemegiň dergisini
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 dergisi»
110 print « »
120 print « ! Reýkadan alnan ! Beýgelme, mm «
130 print « Duralgalaryň ! hasaplar, mm! _____ »
140 print « tertibi ! _____ ! Hasaplanylýan! Orta »
150 print « ! Yzdaky ! Öňdäki ! ! »
160 print « _____ ! _____ -! _____ ! _____ ! _____ »
170 input «Duralgalaryň adyny giriziň»;AŞ
180 print tab(9);A
190 print tab(9);A1
200 print tab(4);AŞ: ; 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 dergisi hasaplanylandan soňra profili gurmak işine girişýäris. Profili millimetre bölünen kagyza gurmak has-da amatlydyr. Bu kagyza gurmak ölçeg guralyny ulanmazdan, berlen elementleri profiliň gurulýan masşabynda 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 dergisiniň esasynda degişli şertli belgiler bilen doldurýarys.

Profili gurmaga başlamazdan öňürti, onuň torunda geometriki niwelirlemegiň dergisiniň netijesinde 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 gorizontyň beýikligini saýlap alalyň. Şertli üstüň beýikligi nokatlaryň we piketleriň beýikligine baglylykda alynýar. Berlen nokadyň ýa-da piketiň profildäki ýagdaýy şertli üst-den ýokarda ýerleşmelidir. Onda geometriki dergidäki nokatlaryň we piketleriň beýiklikleriniň arasynda iň kiçi beýiklik nokadyny tapalyň. Ol  $H_{\min} = 113,98 m$  baha deňdir. Şu beýiklikden ugur almak bilen profiliň şertli üstüniň beýikligini  $H_{\text{şertli}} = 106$  metre deň diýip alalyň. Şertli üstden ýokarda profiliň wertikal masşabyny alyp goýalyň. Şu ugurda 108, 110, 112,....126 metre deň bolan aralyklardan alalyň. Profilde iň uly beýiklikli piket  $H_{\max} = 124,19 m$  bahasy bilen PK4-i alýar. Bu bolsa profiliň wertikal masşabynyň 126 metrlik baha bilen tamamlanýandygyny görkezýär.

Nokatlaryň we piketleriň profildäki ýagdaýyny olaryň 2-nji hatardaky beýikligi bilen wertikal masşabdaky şu beýiklige deň bolan bahanyň kesişýän ýerinden almak bolar. Meselem, 2-nji hatardaky  $H_{PK0} = 114,99$  metrlik baha bilen wertikal masşabdaky 115,00 metrlik beýikligiň kesişmegi netijesinde PK0 piketiň profildäki ýagdaýyny alarys. Şeýle tertipde profildäki ähli nokatlary geçirýaris. Soňra nokatlary zygiderlikde biri-biri bilen birleşdirýaris we berlen çyzygyň uzaboýuna profilini alýarys. Eger-de profildäki nokat aralyk nokat bolsa, onda şol nokatda şertli üste çenli üzňe çyzyklary, piketi bolsa bitewi çyzyklary geçirmek bilen çyzýarys.

Alnan profili, degişli şertli belgileriň esasynda, olary profilde görkezmek bilen çyzýarlar. Trassanyň okuny – gyzyl, ýerüstüniň gidrografiýasyny – gök we ş.m. reňkler bilen çyzýarlar.

## 8.12. Taslamaly çyzygy profile geçirmek we taslamaly beýiklikleri hasaplamak

Profilden geljekki ýoluň, ýabyň, turbaly geçirijiniň we ş.m. çyzyk görnüşli obýektleriniň taslamasyny (projéktini) düzmek üçin peýdalanylýar. Taslama çyzygyny profiliň çyzygynyň ýokarsyndan, aşagyndan, nokatlaryň arasyndan desganyň berlen eňňitligi (ýapgytlyk burçy) boýunça geçirmek bolar. Bu ýagdaýda taslamadaky berlen çyzygyň goýberilýän ýapgytlygyndan peýdalanylýar. Çyzygyň eňňitligi ( $i$ ) nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň ( $h$ ), olaryň arasyndaky gorizont kesimiň uzynlygyna ( $S$ ) gatnaşygydyr. Bu aňlatmany aşakdaky yaly ýazmak mümkin:

$$i = \frac{h}{S}.$$

Eňňitligiň alamaty goşmak we aýyrmak alamaty bolup, ol beýgelmäniň görnüşine baglydyr.

Beýgelme ( $h$ ) gönüburçly üçburçlugyň ýapgytlyk burçunyň ( $v$ ) garşysyndaky ýatan katetdir, gorizont kesim bolsa eňňidiň ( $i$ ) gatnaşygyny aňladýan sandan başga-da ýapgytlyk burçuny hem kesgitleýär. Eňňidi göterimde (%) ýa-da mülügiň bir böleginde (promilde, ‰) aňlatmak bolar. Meselem,  $h=1,00\text{ m}$ ,  $S=100\text{ m}$  bolsa, onda  $i=0,010$ ,  $v=5,7^\circ$ ,  $i=10\text{‰}$ ,  $-10$  mülüge ýa-da  $10$  promil baha deň bolýar.

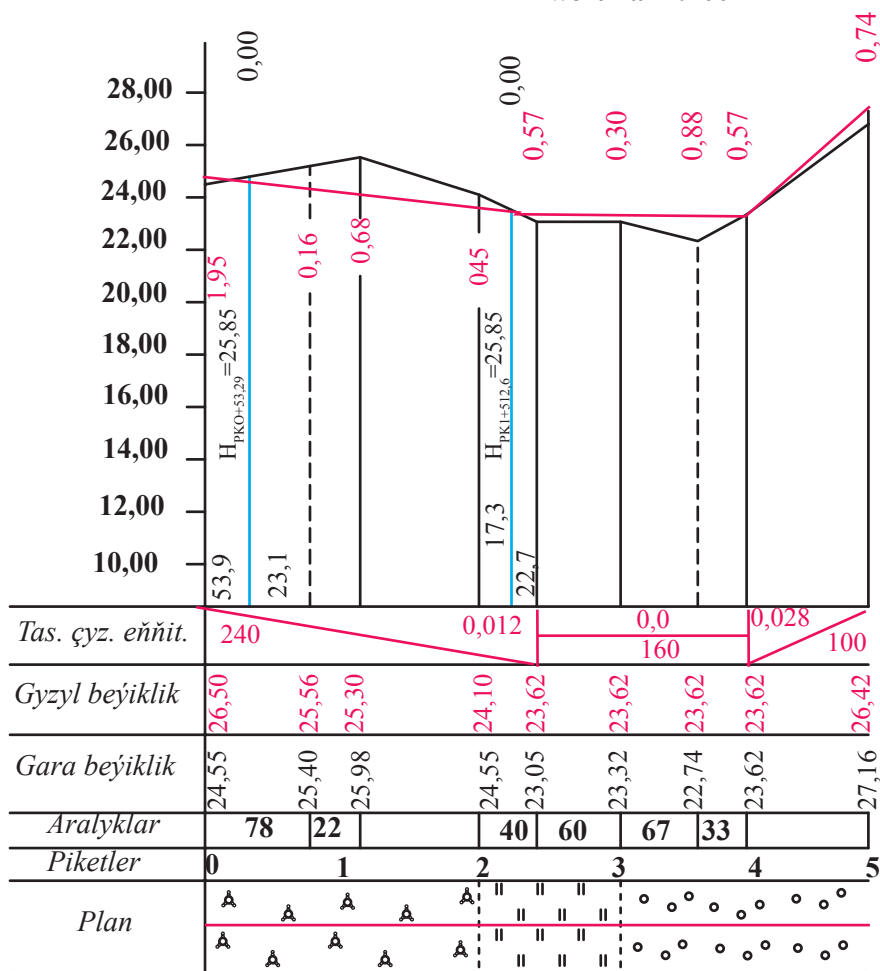
Trassanyň taslama çyzygy profiliň üstüne geçirilende, eňňidiň berlen çäkten (0,50-den (50%-den)) geçmezligini saklamak zerur. Taslama çyzyk boýunça ýeriň üsti tekizlenilende toprak işleriniň göwrüminiň minimal bolmagyny gazanmak wajyp bahany alýar. Bu bolsa oýluklaryň we belentlikleriň, takmynan, deňligini görkezýär. Haçan-da belent ýapgytlykdan peslige geçilende taslama çyzyklarynyň döwülme nokatlarynyň asma çyzyklar bilen gabat gelmegi bilen amal edilýär. Bu ýerde Ýeriň üstündäki taslama nokatlarynyň beýiklikleriniň belli bolmagyny hasaba almak wajypdyr. Ol bolsa, öz gezeginde, derýalaryň ýa-da beýleki suw obýektleriniň üstünden geçýän taslama çyzygynyň goýlan (berlen) çäkten aşakda bolmazlygyny gazanmaga mümkinçilik berýär. Meselem, suwuň gorizontdan  $2\text{ m}$  beýiklikde ýerleşmegini gazanmak.

$PK0$  we  $PK2+40\text{ m}$  piketleriniň arasyndaky çyzygyň beýgelmesi  $h=-2,50\text{ m}$ , şu kesimiň eňňitligi  $i = 2,50 / 240 = 0,012$  ýa-da  $12\text{‰}$  bolar (8.22-nji surat).



## ÝOLUŇ UZABOÝUNA PROFILI

Maştablary: gorizonta1-1:2000  
wertikal-1:200



**8.22-nji surat.** Ýer üstüniň uzaboýuna taslamaly profili

PK2+40 m nokadyň taslama çyzygyndaky beýiklik ýeriniň üstündäki nokadyň beýikligi bilen gabat gelýär. PK2+40 m we PK4 piketleriň arasyndaky eňnitlik  $h=0,000$  m bolýar, emma PK4 we PK5 piketleriň arasyndaky beýgelme  $h=+2,80$  m bolup, ol aşakdaky baha deň bolýar:

$i = -2,80/100 = 0,028$  ýa-da 28 promil (%) bolar.

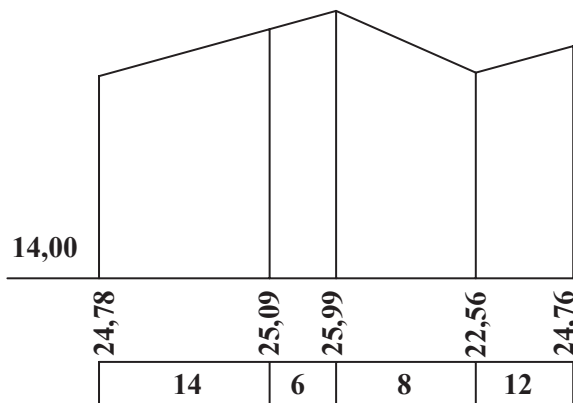
Alnan eňňit boýunça profiň taslama çyzygynyň üstündäki ähli nokatlaryň taslama beýikligi aşakdaky formula ulanylyp hasaplanylýar:

$$H_n = H_{n-1} + h = H_n + i \times S.$$

Mysal hökmünde PK2+40 m nokatda taslama beýikligi aşakdaky ýaly bahany alar:

$$H_{PK2+40} = H_{pk0} + i \times S = 26,50 + (-0,012) \times 240 = 26,50 + (-2,82) = 23,62 \text{ m}.$$

### Ýoluň keselegine PROFILI



Masştablary: gorizonta-1:200  
wertikal-1:200

#### 8.23-nji surat. Ýoluň keseligine profili

Şunuň ýaly tertipde beýleki taslamaly çyzyklaryň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri hasaplanylýp tapylýar. Bu hasaplanylýan beýiklikleriň ählisini profiň torunyň «Taslama beýiklikleri» hataryna ýazýarys. PK2+40 metrlik nokatdan PK4-e çenli piketleriň ählisiniň taslama beýiklikleri 23,62 m baha deňdir. PK5 piketiniň taslamaly beýikliginiň hasaplamanyň netijesinde, 26,42 m baha deňdigi anyklanylýdy.

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 çyzygynyň ýokarsynda, emma oýluk ýerlerde bolsa taslama çyzygynyň aşagynda ýazýarys.

Profiliň çyzygy bilen taslama çyzygynyň kesişme nokadyna **nol işli nokat** diýilýär. Şonuň üçin olarda beýikligem ýok, pesligem (8.23-nji surat). Bu nokatlarda taslama beýikligi bilen ýeriň üstündäki nokatlaryň hakyky beýikligi biri-birine deňdir ( $H_{tas} = H_{hak}$ ).

Nol işli nokadyň beýikligini aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$H_{işçi} = H_{tas.} + i \times d.$$

Bu ýerde:  $d$  – nokada çenli gorizental kesimiň uzynlygy ( $m$ );

$H_{taslama}$  – başlangyç nokatdaky işçi beýiklik ( $m$ ).

Üçburçlugyň meňzeşligine esaslanyp, gorizental kesimiň uzynlygyny ( $d$ ) 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:

$$d_1 = \frac{r_1}{(r_1 + r_2)} \cdot S \quad \text{we} \quad d_2 = \frac{r_2}{(r_1 + r_2)} \cdot S.$$

Meseläniň şerti boýunça  $d_1 + d_2 = S$ . Biziň mysalymyzda ol  $53,96 + 26,04 = 80,00$   $m$  baha deňdir.

Nokadyň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{PK0+53,94} = H_{PK0} + i \times d_1 = 26,50 + (0,012) \times 53,94 = 25,85$$
  $m$

Galan nokatlaryň hem beýiklikleri edil şular ýaly 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: gyzyl tuş bilen ýörelgäniň okuny, ýagny «Plan» hataryny, gök reňkli tuş bilen *ýer üstüniň gidro-*

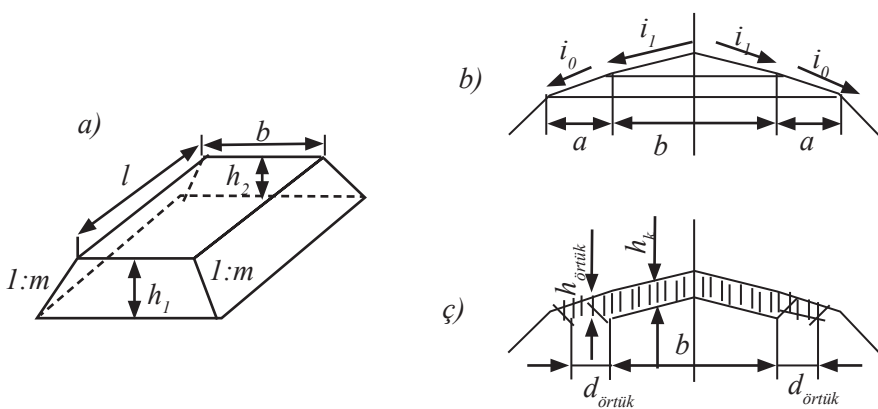
grafiki toruny, galan ähli elementleri bolsa gara tuşda degişli şriftleri ulanmak bilen çyzylýar.

Profilde taslamanyň netijeleri: gyzyl tuş bilen *taslama çyzygy-na degişli bolan ähli maglumatlar (taslama çyzygy, nokatlardaky işçi beýiklikler)*, gök tuş bilen *nol işli nokatdan profiň şertli üstüne çenli wertikal çyzyk, nol işli nokatlardan profile ýakyn nokatlara çenli aralyklar ( $d_1$  we  $d_2$ )* bezelýär.

### 8.13. Toprak işleriniň görümini hasaplamak

Awtomobil ýollaryny proyektirmekde toprak işleriniň görümini hasaplamak hökmany ýerine ýetirilýän işleriň biri bolup durýar. Olar bolsa soňraky toprak massalaryny proyektirlenilýän ýol boýunça paýlamak meselelerinde, gurluşygyň taslamasyny gurmakda (düzmekde) we obýektiň bahasyny (gymmatyny) kesgitlemek ýaly wajyp meseleleri çözmekde görnükli orny alýar.

Awtomobil ýollarynda toprak işleriniň görümini kesgitlemekde kese profiller usuly ulanylýar. Şu maksat üçin awtomobil ýoluny topragyň görümini hasaplamak maksady bilen, kiçijik (elementar) kese kesikli *prizmatoidlere*, olar bolsa *trassanyň piketli* we «*goşma-ça*» *nokatlaryna* bölünýär.



8.24-nji surat. Prizmatoidiň görüminiň kesgitleniliş shemasy

Belli bolşy ýaly, prizmatoidiň göwrümini **Simpsonyň formula-synyň** 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  $F_1$  we  $F_2$  kese kesiginiň meýdanynyň ululygy boýunça aňlatsak, ýagny bu ululyklara degişli  $h_1$  we  $h_2$  işçi bellikleriň we  $m$  – eňnitligiň goýma koeffisiýentini goýsak, onda aşakdakylary alarys:

$$F_{orta} = \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m \cdot (h_2 - h_1)^2}{4}.$$

Göwrümi kesgitlemegiň formulasyna  $F_{orta}$  ululygyň bahasyny goýmak bilen gutarnykly aşakdakyny alarys:

$$V_1 = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m \cdot (h_2 - h_1)^2}{6} \right] \cdot l.$$

Massiwiň umumy göwrümi (oýlukda ýa-da güberçekde) kiçi bölekleriň jemi görnüşinde tapylýar:

$$V = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{F_{i-1} + F_i}{2} - \frac{m_i \cdot (h_i - h_{i-1})}{6} \right] \cdot l_i.$$

Bu ýerde:

$n$  – berlen massiwdäki kiçijik bölekleriň sany;

$i$  – bölegiň tertibi.

Eger-de goňşy keselikdäki bölekleriň işçi belligi 2 metrden, kiçi uzynlygy bolsa 50 metrden geçmese, onda deňlemäniň ikinji agzasyny hasaba almasaň hem bolar. Şu ýagdaýda formula aşakdaky görnüşe geler:

$$V_1 = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot l.$$

Çylşyrymly relýefli ýer üstüniň böleklerinde, trassanyň kese kesiginiň eňnitliginiň hem-de gurulýan desganyň gatlagynyň çylşyrymly görnüşinde (ýarymoýluk ýa-da güberçek) bolmagy desganyň kese

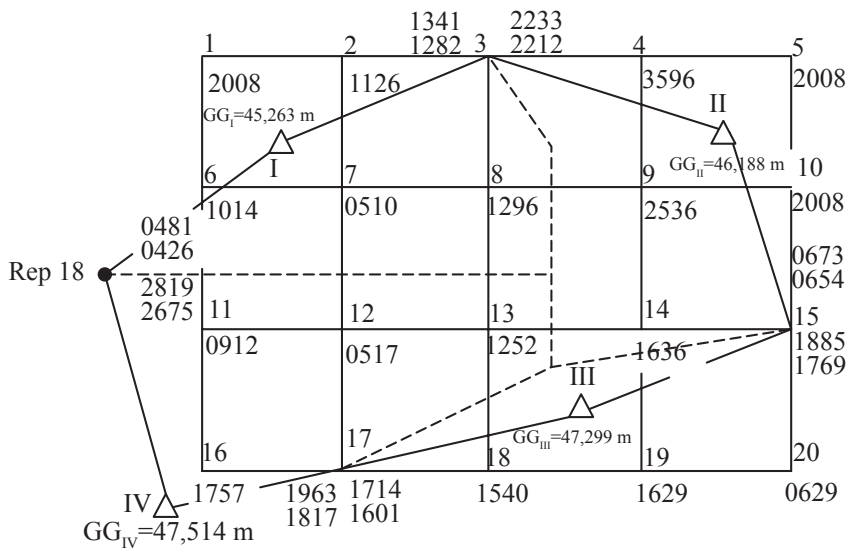
kesiginiň meýdanyny proyektirlemekde paletkany ýa-da sirkul-ölçeýjini peýdalanmak bolar, emma awtomatlaşdyrylan ýagdaýynda proyektirlemekde bolsa EHM-lerden peýdalanylýar.

Awtomobil ýolunyň toprak örtügiň (polotnosynyň) göwrümini hasaplamakda doly formulanyň deňlemesinde akymly prizmany we ýol örtügiňi ýerleşdirmek üçin kersen sypatyndaky gurluşlar ulanylýar, şeýle-de ýoluň gyrasyny berkitmek maksady bilen üýtgemeleri hasaba almak zerurdyr.

## 8.14. Meýdany niwelirlemegiň taslamasyny düzmek

Meýdany *kwadrat, magistral we perpendikulýar* çyzyklar usullarynda niwelirlemek bolar. Meýdany kwadratlara bölüp niwelirlemek usuly köpräk ulanylýan usuldyr. Kiçiräk tekiz meýdanyň ulý masştably topografiki planyny düzmekde şu usul ulanylýar. Uza-boýuna giden ýeri niwelirlemekde bolsa magistral we perpendikulýar çyzyklardan peýdalanylýar (8.25-nji surat).

Gurluşyk geçjek meýdany niwelirlemek maksady bilen taslama (proýekt) düzülýär.



**8.25-nji surat.** Üsti kwadratlara bölüp niwelirlemegiň dergisi

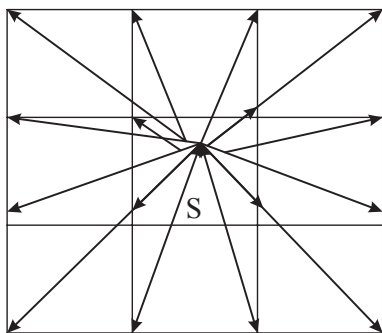
Niwelirlemegiň geçiriljek ýeri rekognossirowka edilýän wagty düzülýän taslama barlanylýar. Eger-de topografiki plan 1:500 masştabda düzülýän bolsa, onda içki kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygy 10-20 metre, 1:1000 masştabda 20 metre, 1:2000 masştably bolsa 40 metre deň edilip alynýar. Muny daşky kwadratyň taraplarynyň uzynlygyndan 10 esse kiçi edip almak bolar. Rekognossirowka geçirilýän wagtynda nokatlaryň beýikliklerini hasaplamak üçin kwadratlaryň birnäçesiniň depelerine reperlerini we markalary nähili baglanyşdyrmalydygy kesgitlenilýär.

Kwadratlaryň torunyň shemasy ýere geçirilende, onuň birnäçe daşky bölegi boýlanyp göni çyzyk geçirilýär. Bu çyzykda daşky kwadratyň taraplarynyň uzynlygyna deň bolan çyzyk belgilenilýär, soňra çyzygyň uçlaryna (1 we 5) zygiderlikde 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 tarapynda bolsa 1, 2, 3, 4 we 5 depeleri ýatýar. Olaryň ýagdaýlary ölçeg geçirmek ýoly arkaly tapylyp, ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Çyzyklary belgilemekde uzynlygy 100 metre barabar bolan inçe simden ýa-da uzynlyklary 20, 50 we 100 m bolan ölçeg ruletkalaryndan peýdalanylýar. 20 nokatda teodoliti (ekeri) ornaşdyryp, 20-16 çyzyk we ondaky içki kwadratlaryň depeleri ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Gönüburçlugyň dogry ýasalandygyny barlamak üçin nokada teodolit ornaşdyrylyp, 1-nji we 20-nji nokatlardaky çelgilere seredilip, 20–16–1 göni burç ölçenilip görülýär. Burç 90°-dan 8'-dan artykmaç gysarmasa, 1–5–20–16 gönüburçluk dogry ýasalan hasaplanylýar. Soňra gönüburçlugyň içindäki kwadratlary bölmek işine girişilýär. Kwadratlaryň toruny beýleki usullarda hem ýeriň üstüne geçirmek bolar.

Adatça, daşky kwadratlaryň depeleri metal turba ýa-da agaç sütün bilen, galan kwadratlaryň depeleri ýeriň üsti bilen deň edilip, gazyklar kakylp belgilenilýär. Bu gazyklara **piketler** diýilýär. Piketleriň ýanyna ýerden beýigräk edilip (5–10 sm çemesi) ikinji *sakçy gazyk* kakylýar. *Sakçy 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 gözçeni bilen çemeleşilip, birnäçe sudurlar we relýef nokatlary düşürilýär. Bu surata **berlen ýer üstüniň krokisi** diýilýär.

## 8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirmek



**8.26-njy surat.** Üsti kwadratlara bölüp bir stansiýadan niwelirmek

Niwelirlenilýän meýdan  $200 \times 200 \text{ m}$  ölçegden uly bolmasa, şeýle hem ol ýeri bir stansiýadan niwelirmek mümkin bolsa, onda niwelir meýdanyň ortasynda ornaşdyrylyp işler geçirilýär. Niwelir stansiýada ( $S$ ) nokadyň üstünde goýulmak bilen işçi ýagdaýa getirilýär (8.26-njy surat). Soňra görüş trubasy arkaly kwadratlaryň depelerinde goýlan niwelir reýkalaryndan zygiderlikde hasaplar alynýar. Alnan hasaplar degişli kwadratlaryň depeleriniň ýanynda surata

almagyň çyzgysyna (dergisine) 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, niwelirlenýän ýeriň çägi, beýikligi öňünden belli we ýeriň üstünde degişli belgiler bilen berkidilen reperde, özi hem markalara baglanyşdyrylýar.

Meýdany bir stansiýada durup niwelirmek mümkinçiligi bolmasa, onda bu ýeri birnäçe niwelir stansiýasyndan niwelirmek meýilnamalaşdyrylýar. Onuň üçin niwelirlenilýän ýeriň çägi (8.27-nji surat) 2 stansiýa ( $S_1$  we  $S_2$ ) bölünýär. Şu ýagdaýda kwadratlaryň depelerini baglanyşdyryjy we aralyk nokatlara bölýärler. Her bir stan-

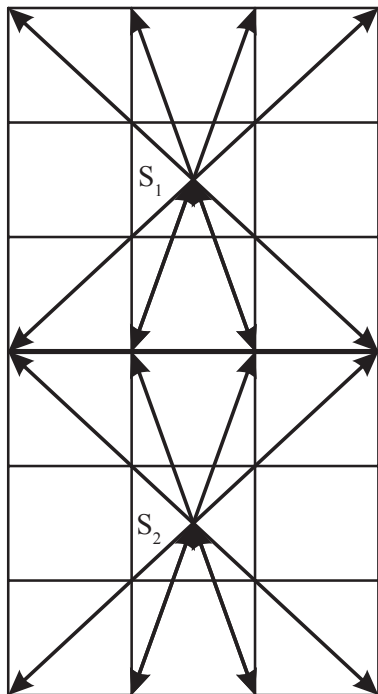


siýada baglanyşdyryjy nokatlarda ornaşdyrylan reýkanyň gara we gyzyl taraplaryndan ýörelgede ikilenç niwelirlemegi (barlagy) geçirmek üçin alynýar we surata almagyň dergisine ýazylýar. Niwelirlemegiň shemasy boýunça nokatlaryň beýiklikleri beýgelmeler usulynda, aralyk nokatlaryň beýiklikleri bolsa guralyň gorizonty ( $GG$ ) usulynda hasaplanylýar. Meselem, suratda görkezilen meýdany niwelirmek üçin dört sany stansiýa belgilenilmeli, baglanyşdyryjy çyzyk-daky nokatlardan özgeleri bolsa aralyk nokatlardyr. Her bir stansiýada baglanyşdyryjy nokatlary birleşdirýän çyzyk bilen aralyk nokatlar niwelirlenilýän bolsa, üzňe çyzyk arkaly görkezilýär.

Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýikliklerini hasaplap çykarmak maksady bilen, her bir baglanyşdyrýan nokatlaryň arasyndaky iki gezek beýgelmeler we orta beýgelmeler hem hasaplanylýar. Baglanyşdyryjy nokatlaryň ýapyk zynjyry emele getirýändigini üçin, olaryň orta beýgelmeleriniň algebraik jeminiň nola deň bolmagy ýa-da oňa ýakyn san bolmagy esasy şert hasaplanylýar, emma ýörelgede alnan san nola deň bolman, eýsem oňa ýakyn san bolsa, onda ol niwelirmekde goýberilen ýalňyşlyk hasaplanylýar. Niwelirmekde goýberilen çäkli ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{h\text{ çäkli}} = \pm(10\text{ mm} \cdot \sqrt{n}).$$

Eger-de alnan netije  $f_h \leq f_{h\text{ deňsizligi}}$  kanagatlandyrsa, onda ölçeg dogry geçirilen diýlip hasaplanýar. Hasaplanylýan orta beýgelmeler (eger-de ol ýol berilýän bolsa) tapylan ýalňyşlygyň ters alamaty bi-



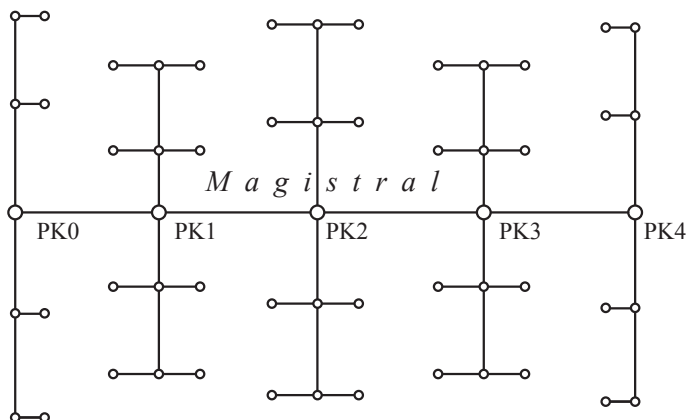
**8.27-nji surat.** Üsti kwadratlar bölüp iki stansiýadan niwelirmek

len her bir stansiýada hasaba almak arkaly jemlenilýär we düzedilen ýalňyşlyklar alynýar. 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 hasaplar aýrylyp, aralyk nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar.

## **8.16. Ýer üstüni magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda niwelirmek**

Uzaboýuna uzalyp gidýän çylşyrymly relýefli meýdanyň uly (1:500, 1:1000, 1:2000 we 1:2500) masştably topografiki planyny çyzmakda meýdan magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda niwelirlenilýär. 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 görkezilendir. Magistral ýörelgede her 50 m ýa-da 100 m kesgitlenilen aralyklardan piketlere bölünýär. 1:500 we 1:1000 masştably plany almakda parallel magistral ýörelgeler her 500 metrden, 1:2000 masştably plan almakda 1000 metrden planly we beýiklik daýanç punktlaryna baglanyşdyrylýar.

Her bir magistraldan ekeriň ýa-da teodolitiň kömegi bilen perpendikulýar çyzyklar geçirilýär. Bu perpendikulýar çyzyklaryň uzynlygy we gürlügi ýer üstüniň relýefine, niwelirmegiň nähili maksatda we takyklykda geçirilýändigine baglydyr. Meselem, 1:500 we 1:1000 masştably topografiki plany çyzmakda her 20 metrden 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 hökmandyr.



**8.28-nji surat.**

Üsti magistral çyzyklar boýunça niwelirmek

Perpendikulýar çyzyklar piketlere bölünip, ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Soňra magistral ýörelgedäki piketleri we aralyk nokatlary uzaboýuna niwelirmekdäki ýaly perpendikulýar çyzyklardaky häsiýetli nokatlar niwelirmekdäki ýaly işlenilip çykarylýar. Magistral ýörelgede öwrümlü nokatlaryň gorizontal burçlary teodolit bilen, emma olaryň arasyndaky aralyklar bolsa ölçeg lentasy ýa-da optiki uzaklykölçeýjileriň kömegi bilen ölçenilýär. Magistral ýörelgäki baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikligi, düzedilen beýgelmeler usulynda, aralyk we perpendikulýar nokatlaryň beýiklikleri bolsa guralyň gorizontalynyň üsti bilen hasaplanylýp çykarylýar. Ýörelgede perpendikulýarlary ekeriň kömegi bilen geçirmek hem bolar.

## 8. 17. Niwelirlemegiň netijelerine esaslanyp plany gurmak

Gowy çyzylýan kagyza (watmana) berlen masştabda kwadratlaryň torý çyzylýar. Niwelirmek magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda geçirilen bolsa, onda plan *magistral* we *perpendikulýar* çyzyklaryň öwrümlü nokatlarynyň gönüburçly koordinatalary boýunça çyzylýar. Soňra surata almagyň krokisine esaslanýlyp, sudurlar hem-

de baglanyşdyryjy we aralyk nokatlar plana düşürilýär. Nokatlaryň golaýynda (mümkin bolsa sag tarapynda) olaryň tertibi we 0,01 metre çenli tegeklelenilen beýikligi ýazylýar.

Gorizontallar bilen görkezilen plany düzmek üçin hökman üsti kwadrat, magistral we perpendikulýar çyzyklara bölüp niwelirlemegiň çyzgysyny işlemelidir.

Meýdany surata almagyň çyzgysyny işlemek maksady bilen, ilki baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikliklerini hasaplamak gerek. Tablisada (8.25-nji surat) niwelir stansiýalary üçburçluklar bilen görkezilendir. *Stansiýa* bu niwelir bilen işlemek üçin ýeriň üstünde alnan nokat. 8.4-nji tablisada stansiýalar özleriniň tertibi bilen ýerleşdirilýär. Reper (*Rep18*) çyzgyda tegelek görnüşli berlen. Stansiýalar reper bilen «*ortadan*» niwelirmek usuly bilen baglanyşdyrylýar. Niwelirmekde ulanylan niwelir reýkasy birtaraplydyr. Ikilenç beýgelmäni kesgitlemek üçin guralyň iki beýikligi alynýar. Kwadratlaryň galan depeleri edil aralyk nokatlar ýaly, ýagny guralyň ikinji beýikliginde alynýar (8.4-nji tablisada).

Dergini işlemek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

1. Baglanyşdyryan nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitleýäris:

$$h = a - b \text{ we } h' = a' - b'.$$

Bu ýerde:

$a$  we  $a'$  – yzdaky niwelir reýkasyndan guralyň birinji beýikliginde alnan hasaplar ( $mm$ );

$b$  we  $b'$  – guralyň ikinji beýikliginde reýkadan alnan hasaplar ( $mm$ ).

Baglanyşdyryjy nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleriň hasaplanlyşyna *Rep18-3* nokatlaryň mysalynda seredip geçeliň. Bu nokatlaryň arasyndaky beýgelme aşakdaky ýaly hasaplanlyýar:

$$h_{Rep18-3} = 0481 - 1341 = -0860 \text{ mm.}$$

$$h_{Rep18-3'} = 0426 - 1282 = -0856 \text{ mm.}$$

Tablisanyň birinji sütüni «baglanyşdyryan nokatlaryň tertibi» bolup, oňa şol nokatlaryň tertibi ýazylýar.

## Baglanyşdyryan nokatlaryň beýikligini kesgitlemegiň wedomosty

Baglanyşdyryjy nokatlaryň tertibi	Hasaplanylýan beýgelme (mm)	Düzedilen beýgelme (mm)	Beýiklik (m)	Guralyň gori-zonty (m)
Rep18	-3		44,837	45,263
3	-0858	-0861	43,976	46,188
15	-4			
	+1558	+1554	45,530	47,299
17	-2			
	+0169	+0167	45,697	47,514
Rep19	-3			
	-0857	-0860	44,837	
	$\Sigma+=+1727$	$\Sigma+ = 1721$		
	$\Sigma=-1715$	$\Sigma- = 1721$		

Baglanyşdyryan nokatlaryň ikeldilen beýgelmeleri hasaplanylýandan soňra her bir stansiýa boýunça orta beýgelmeleriň bahasyny hasaplaýarys. *I* stansiýa boýunça orta beýgelmäniň bahasy aşakdaky ýaly berilýär:

$$h_{orta} = \frac{h + h'}{2} = \frac{(-0860) + (-0856)}{2} = -0858 \text{ mm.}$$

Alnan netijeleri tablisanyň 2-nji sütünine ýazýarys.

Soňra orta beýgelmeleri alamatlary boýunça jemleýäris we niwelirmekde goýberilen ýalňyşlygy tapýarys. Ýörelgäniň ýapyk bolanlygy sebäpli, onda orta beýgelmeleriň jemi:

$$\Sigma h_{orta} = 0 \neq f_h$$

bolmalydyr, emma biziň alan mysalymyzda bu baha aşakdaky ýaly bolar:

$$f_h = \Sigma h_{orta}(+) - \Sigma h_{orta}(-) = 1727 - 1715 = +12 \text{ mm.}$$

Ölçeğiň dogry geçirilenligini barlamak maksady bilen, goýberilen ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$f_{h \text{ goýberilen}} = \pm(50 \text{ mm} \cdot \sqrt{n}) \text{ mm}.$$

Bu ýerde:  $n$  – ýörelgäniň kilometräki uzynlygy.

Biziň alan mysalymyzda bu baha aşakdaka deň bolar:

$$f_{h \text{ goýberilen}} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 10 \text{ mm}.$$

Alnan ýalňyşlyk  $f_h \leq f_{h \text{ goýberilen}}$  deňsizligi kanagatlandyrmaly. Bu bolsa alan mysalymyzda  $9 \text{ mm} < 31 \text{ mm}$  bolar.

Tapylan ýalňyşlyk özünüň absolyút ululygy boýunça goýberilýän ýalňyşlykdan kiçi. Şonuň üçin hem onda tapylan ýalňyşlygy ters alamaty bilen orta beýgelmelere paýlaýarys. Paýlanylýan ýalňyşlyklaryň jemi ters alamaty bilen tapylan ýalňyşlyga deň bolmalydyr.

Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýikliklerini geometriki niwelirlemegiň çyzygysynyň esasynda aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$H_1 = H_{Rep18} + h_{Rep18-3} = 44,837 + (-0,861) = 43,976 \text{ m}.$$

Hasaplamanyň barlagy hökmünde reperiň (*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 bolsa aşakdaky ýaly geçirýäris:

$$GG_{Rep18} = H_{Rep18} + a = 44,837 + 0,426 = 45,263 \text{ m}.$$

Barlag hökmünde 3-nji nokadyň beýikligi boýunça guralyň gorizontyny hasaplalyň. Ol bolsa aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$GG_3 = H_3 + a = 43,976 + 1,282 = 45,258 \text{ m}.$$

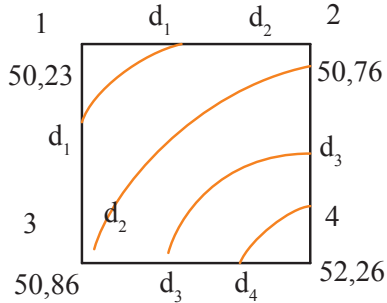
Şu usul bilen galan ähli stansiýalar boýunça guralyň gorizontyny hasaplap çykýarys. Her bir stansiýada guralyň gorizontynyň üsti bilen aralyk nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar. Hasaplamagy aşakdaky tertipde geçirýäris:

$$H_1 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 2,008 = 43,255 \text{ m};$$

$$H_2 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 1,126 = 44,137 \text{ m};$$

$$H_{16} = GG_{IV-b} - b = 47,610 - 1,737 = 45,873 \text{ m}.$$

Tablisany işläp bolanymyzdan soňra niwelirlemegiň planyny gurmak işine girişýäris. Gurmak üçin masştab 1:500-e, kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygy 20 metre deň. Bu aralyk planda 4 santimetre deň bolar. Kwadratlaryň toruny çyzgy kagyzynda transportiriň, kese masştab çyzgyjynyň we sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen guralyň. Gurmak üçin kagyzyň haýsy hem bolsa (plany gurmak üçin amatly ugurda) bir tarapyna galamyň kömegi bilen kagyzyň alnan gyrasyna parallel ýagdaýda göni çyzgy çyzýarys. Çyzgyň başlangyç ýa-da ahyrky nokadyndan (1-nji ýa-da 5-nji nokatlarda) 1–5 ýa-da 5–20 kwadratlaryň taraplarynyň uzynlyklaryny (80 m, 60 m) alyp goýmaga mümkinçilik bolmalydyr. Alnan nokatdan (1) kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygyny masştab çyzgyjynyň we sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen alyp goýýarys we şu üstde ýatan kwadratlaryň depelerini galamyň kömegi bilen nokat goýup belleýäris. Netijede, planda 5-nji nokadyň ýagdaýyny tapýarys. Şu ugurdan transportiriň kömegi arkaly 90°-a deň bolan burçy alyp, 1–16 ugry tapýarys. Şu ugur boýunça 1–16 ugurda 60 metre deň bolan aralygy we her 20 metr aralykdan kesimleri bölmek bilen, d4 kwadratlaryň depelerini taparys hem-de 16-njy nokadyň ýagdaýyny planda alarys. Şular ýaly tertipde surata alnan ýeriň dört burçuny hem gurýarys. Kwadratlar daş-töweregi boýunça gurlandan soňra, gurmagyň dogry geçirilendigini barlamak zerurdyr. Gönüburçluk gurlandan soňra, onuň içindäki kwadratlaryň depelerini tapýarys. Her bir kwadratnyň gurlan depeleriniň ýanynda 0,01 metre çenli tegeleklenilen kwadratlaryň depeleriniň hasaplanylýan beýiklikleri ýazylýar. Soňra plana gorizontallary geçirýäris. Gorizontallary geçirmegiň *analitiki, grafiki we gözçeni bilen interpolirmek* ýaly usullary bardyr.



**8.29-njy surat.** Planda gorizontallaryň geçirilişi

Gorizontallary geçirmegiň *analitiki usuly* geçýän gorizontallaryň arasyndaky aralygy hasaplamaga esaslanýar. Islendik ýagdaýda nokatlaryň beýikligi belli bolmalydyr. Mysal hökmünde suratda görkezilen kwadraty alalyň. Onuň depeleriniň tertibi aşakdaky ýaly, ýagny 1, 2, 3, 4 we olaryň beýiklikleri, degişlilikde, 50,23 metre, 50,76 metre, 50,86 metre, 52,26 metre deňdir (8.29-njy surat).

3-nji we 4-nji nokatlaryň arasyndaky gorizontallaryň ýagdaýyny nokatlaryň beýikligi boýunça kesgitleýäris. Onuň üçin goňşy gorizontallaryň arasyndaky aralygy gönüburçly üçburçlugyň meňzeşligine esaslanyp aşakdaky ýaly kesgitleýäris (8.30-njy surat):

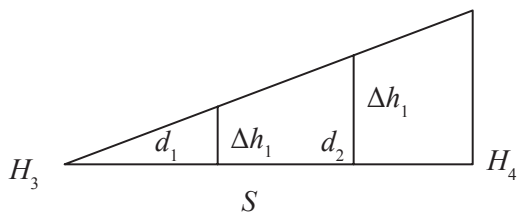
$$\frac{d}{S} = \frac{\Delta h}{h} \quad \text{onda} \quad d = \frac{\Delta h \cdot S}{h}.$$

Alan mysalymyзда:

$$d_1 = \frac{0,27 \cdot 20}{0,53} = 10,2 \text{ mm};$$

$$\Delta h = 50,50 - 50,23 = 0,27 \text{ m};$$

$$h = 50,76 - 51,00 = 0,24 \text{ m}.$$



**8.30-njy surat.** Gorizontallaryň analitiki usul bilen geçirilişi

Gorizontallaryň kesişme beýikligi alnan mysalda 0,50 metrden alnan. Onda ikinji gorizontalyň arasyndaky aralyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$d_2 = \frac{0,24 \cdot 20}{1,50} = 3,2 \text{ m}.$$

Bu ýerde  $\Delta h = 51,50 - 51,00 = 0,50 \text{ m}$ .



$$d_3 = \frac{0,50 \cdot 20}{1,5} 6,7m.$$

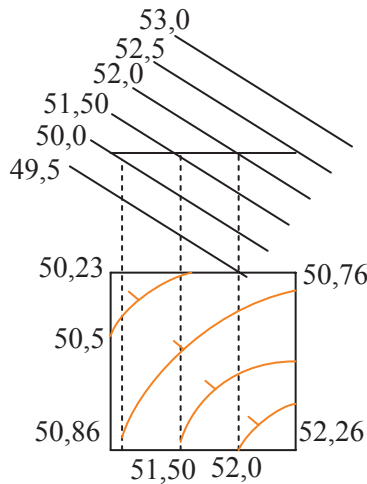
Şu hili tertipde ähli nokatlaryň arasyndan gorizontallary geçirýäris. Kwadratlar boýunça hem şular ýaly işler geçirilýär.

*Grafiki usul* bilen gorizontallary geçirmegi millimetr ýa-da torly kagyzlaryň (paletkanyň) kömegi bilen interpolirmek ýoly arkaly amal edýäris.

Kagyzlary nokatlaryň üstüne goýmak bilen wertikal ugurda (masştabda) profili gurýarys (meselem, 3–4-nji çyzyklar boýunça). Profile nokatlaryň beýikliklerini ýazýarys.

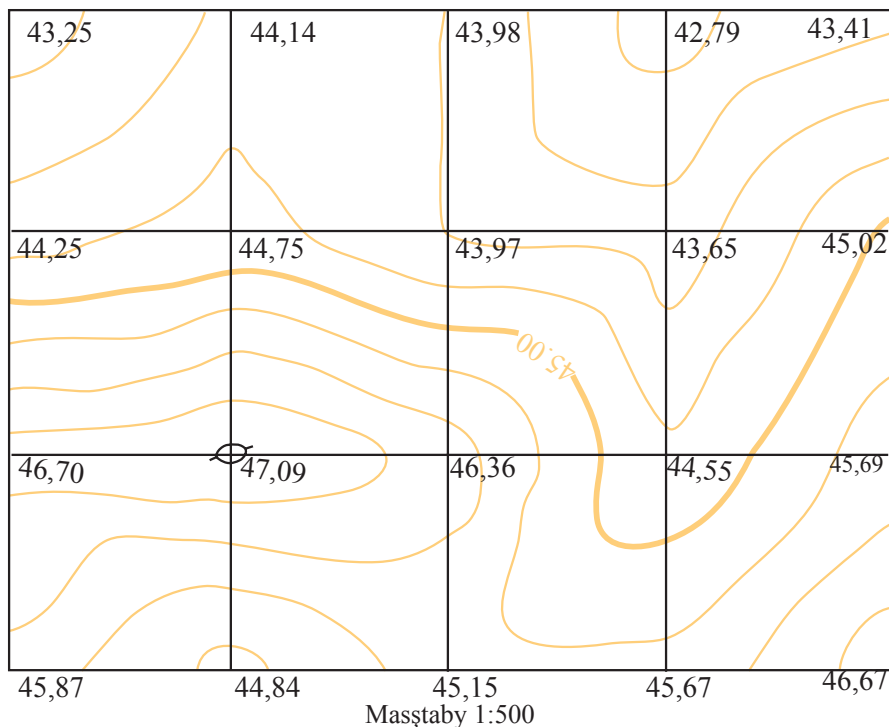
Soňra profiliň çyzyklarynyň kesişme nokadynda 3–4-nji çyzyklary p proyektirleýäris we bu çyzykdan geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny alýarys.

Interpolirlemegiň grafiki takyklygy wertikal masştaba baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, interpolirlemegiň takyklygy şonça-da ýokary bolýar. Gorizontallary interpolirmek üçin ýuka, aňyrsy görünýän kagyzlarda geçirmek amatlydyr, ýagny parallel çyzyklary kalka kagyzynda çyzmak bilen paletkany ýasamak bolar (8.31-nji surat).



**8.31-nji surat.** Gorizontallaryň paletka bilen geçirilişi

Paletkany çyzygyň üstünde goýup, çyzygyň başlangyç we ahryky nokatlarynyň beýikliklerine degişli parallel çyzyklaryň arasynda paletkany aýlap ýerleşdirýäris. Soňra çyzyk bilen gorizontallaryň kesişme nokatlaryny iňňäniň kömegi belen deşip, gurulýan planyň üstüne geçirýäris. Başlangyç nokatdan ähli ugurlar boýunça paletka arkaly geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny belleýäris we birmeňzeş bahaly gorizontallary galam bilen usullyk bilen birleşdirýäris. Soňra yzygiderlikde kwadratnyň beýleki depelerine geçip, her bir depesinde we diagonallarda ýokarda agzalan işleri geçirýäris.



Relýefiň kesişme beýikligi 1 m geçirilen

### 8.32-nji surat. Üsti kwadratlara bölüp niwelirlemegiň plany

Gorizontallaryň galyňlygy 0,1 mm bolmalydyr, özi hem mylaýym öwrümlü, ilki galamda, soňra goňur tuş bilen geçirilen bolmalydyr. Her 2,5 metrden kratnylary galňadylyar. Eňňidiň ugruny bergştrihleriň kömegi bilen görkezýäris. Planda käbir gorizontallaryň beýikligini görkezmek üçin sanlar ýazylýar. Ýazylan sanlaryň ugry eňňidiň beýik

tarapyna ugrukdyrylyp geçirilýär. Planda onuň masştaby, relýefiň kesişme beýikligi, meridianyň ugry (gözýetimiň ugry) we beýleki şertli begilerden görkezilýär (8.32-nji surat).

## 8.18. Gorizontalk tekizligi projektirlemekde geodeziki hasaplamalar

Bu işi ýerine ýetirmek üçin mikrokalkulyator, iş depderçesi, milimetr kagyzy, reňkli galam, ýönekeý galam (T, T1, T2) we çyzgýç gerekdir.

Gorizontalk tekizligi ýerdäki toprak (gum) işlerini has azaltmak we massalaryň (ýerdäki işleriň) deňligini gazanmak wertikal tekizlemegiň hususy meselesi bolup durýar. Bu işler, aýratyn hem, sport meýdançalaryny (gurluşyklaryny), awtoulaglaryň duralgalaryny, trolleybus parklaryny we ş.m. projektirlemekde zerur bolýar.

Wertikal tekizligi projektirlemek üçin niýetlenilen meýdan çägiň, taraplarynyň uzynlygyny 10, 20, 40 we 50 metr bolan kwadratlara bölýärler. Alynýan aralyklar ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna bagly bolýar. 1:500 ýa-da 1:1000 masştably topografiki kartalarda gorizontallaryň arasynda ýerleşen kwadratlaryň depeleriniň hakyky beýiklikleri interpolirmek ýoly bilen ýa-da berlen ýeriň üstünde geometriki niwelirmekge geçirmek bilen kesgitlenilýär.

Hasaplamagy geçirmegi «*Ýer üstüni kwadratlara bölüp niwelirmek*» diýen temada seredip geçen mysalymyzyň çäginde geçireliň.

Gorizontalk tekizligiň projektirlenilýän beýikligini tapmak üçin aşakdaky formuladan peýdalanalyň:

$$H_{toprak} = H_{min} + \frac{\sum h_{y(1)} + 2\sum h_{y(2)} + 3\sum h_{y(3)} + 4\sum h_{y(4)}}{4 \cdot n}.$$

Bu ýerde:

$H_{min}$  – kwadratnyň beýikliginiň iň kiçi bahasy ( $m$ );

$h_y$  – şertli beýiklik (ýaýyň içindäki (1), (2), (3) we (4) sanlar, berlen baha üçin umumy bolan kwadratlaryň sany),  $m$ .

$n$  – kwadratlaryň sany.

Nokatlaryň şertli beýikligi aşakdaky formula boýunça hasaplanýlar:

$$h_s = H_i - H_{min}.$$

Bu ýerde:  $H_i$  – berlen kwadratyň depesiniň beýikligi ( $m$ ).

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 iň kiçi beýiklikli nokat 4-nji nokat bolýar. Onuň beýikligi  $H_{min}=42,79 m$  bolar. 1-nji nokatda şertli baha  $h_y=43,25 - 42,79 = 0,46 m$ ; 2-nji nokatda  $h_y=44,14-42,79 =1,35 m$ ; 6-njy nokatda  $h_y = 44,25 - 42,79=1,46 m$ ; 7-nji nokatda  $h_y=44,75-42,79=1,96 m$  sanlara deňdir. 1-nji, 4-nji, 11-nji we 14-nji 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.

$$\Sigma h_{y(1)} = 0,46 + 0,00 + 3,91 + 1,76 = 6,13 m;$$

$$2 \Sigma h_{y(2)} = 2 \cdot (1,35 + 1,19 + 1,46 + 0,86 + 4,30 + 3,57) = 26,26 m;$$

$$3 \Sigma h_{y(1)} = 0,00 m; 4 \Sigma h_{y(1)} = 4 \cdot (1,94 + 1,18) = 12,48 m.$$

Alnan netijeleri gorizonta (tekiz) meýdanyň taslamaly beýikliginiň formulasyna goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$H_{toprak} = 42,79 + \frac{6,13 + 26,26 + 0,00 + 12,48}{4 \cdot 6} = \frac{44,87}{24} = 44,66 m.$$

Gorizonta tekizligiň taslama beýikligini EHM-iň kömegi bilen ýörite düzülen programmalar arkaly geçirmek has-da amatlydyr.

Soňra kwadratlaryň her bir depesiniň beýikliginiň işçi beýikligini aşakdaky formula bilen hasaplaýarys:

$$h_i = H_{toprak} - H.$$

1-nji nokadyň işçi beýikligi  $h_1 = 44,66 - 43,25 = 1,41 m$ ; 2-nji nokadyň işçi beýikligi  $h_2 = 44,66 - 44,14 = 0,52 m$  we edil şular ýaly galan beýgelmeler hasaplanýlar (8.33-nji surat).

1 43,25	2 44,14	3 43,98	4 42,79
0,46	1,35	1,19	0,00
6 44,25	7 44,75	8 43,97	9 43,65
1,46	1,96	1,18	0,86
11 46,70	12 47,09	13 46,36	14 44,55
3,91	4,30	3,57	1,76

### 8.33-nji surat.

Topragyň görümini kesgitlemek üçin material

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 araçäginden geçýär. Kwadratyň 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 ( $m$ );

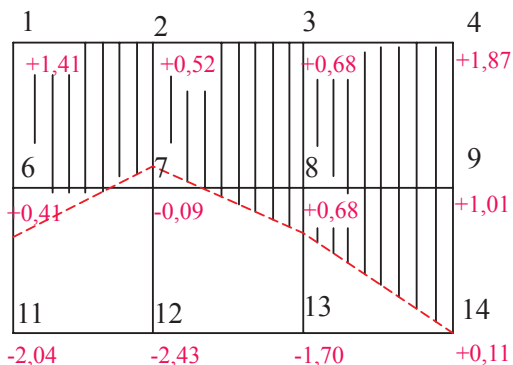
$a$  – kwadratyň tarapyň uzynlygy ( $m$ ).

Meselem, kwadratyň 6–7 tarapy üçin  $a = 20 m$  bolanda şu aşakdaky bahalary alýar:

$$l_1 = \frac{0,41}{0,41 + 0,09} \cdot 20 = 16,4m; \quad l_2 = \frac{0,09}{0,41 + 0,09} \cdot 20 = 3,6 m.$$

Hasaplamagyň barlagy bolup  $l_1 + l_2 = a$  deňleme durýar. Hasaplanylýan netijäni formula goýsak, onda  $16,4 + 3,6 = 20 m$  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.



**8.34-nji surat.** Nol beýiklikli taslama çyzygynyň tapylyşy

Edil şular ýaly tertipde galan kwadratlar boýunça nol işli nokady tapmak bolar we ştrihli – üzňe döwür çyzyklary yzygiderli birleşdirmek arkaly güberçek we oýluk ýerleriň araçägini alarys. Toprak işleriniň görümini güberçek we oýluk ýerler üçin aýratynlykda hasaplaýarys:

*8.5-nji tablisa*

**Topragyň görümini kesgitlemegiň wedomosty**

№	Meýdany ( $m^2$ )	$h_{\text{orta}}$	Topragyň görümi ( $m^3$ )	
			oýluk (-)	güberçek (+)
1	2	3	4	5
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	

8.5-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5
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
	$\Sigma P=2400$	Jemi	938,8	927,1

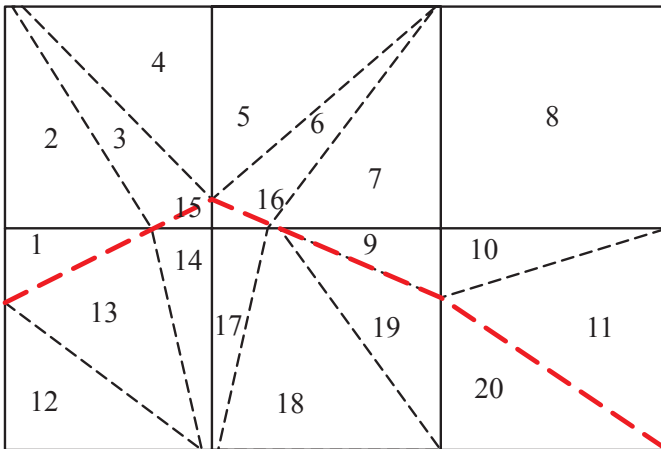
Doly kwadratlarda topragyň göwrümini aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$V = \frac{\Sigma h_p}{4} \cdot S_{kwadrat}$$

Bu ýerde:

$\Sigma h_p$  – kwadratda işçi beýiklikleriň jemi ( $m$ );

$S_{ened}$  – kwadratyň meýdany ( $m^2$ ).



8.35-nji surat. Umumy meýdany kesgitlemegiň shemasy

Üçünji kwadrat (3-nji, 4-nji, 8-nji we 9-njy depeler) üçin topragyň göwrümi aşakdaky ýaly hasaplanylýar (8.35-nji surat):

$$V_{xt} = \frac{0,68 + 1,87 + 0,68 + 1,01}{4} \cdot 400 = \frac{4,24}{4} \cdot 400 = 424 \text{ m}^3.$$

Suratdan görnüşi ýaly, berlen ýer böleginde 11 sany oýluk ýer we 9 sany güberçek ýer bölegi bar. Şu bölekleriň her haýsysynyň meýdany hasaplanylýp, olar şekiliň ortaça beýikligine köpeldilip, sudurlaryň göwrümleri hasaplanylýp çykarylýar. Alnan maglumatlary 8.5-nji tablisa ýazyp, umumy kwadratlarda topragyň göwrümini güberçek we oýluk üçin kesgitlemek bolar. Işň soňunda bolsa ýerdäki toprak işleriniň göwrüminiň biri-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 formula goýlup, aşakdaky ululyklary almak bolar:

$$\Delta V = \frac{938,8 - 927,1}{938,8 + 927,1} \cdot 100\% = \frac{11,7}{1865,9} \cdot 100\% = 0,63\%.$$



# GOŞMAÇA

(häzirki zaman geodeziki gurallary)

## 1. Takyk teodolitler

**3T2KA kysymly teodoliti** burçlary ölçemekde, şonuň bilen birlikde awtokolimasiýa, senagat maşynlarynyň we mehanizmleriniň konstruksiýaly elementlerini biri-birine seplemekde (montaž etmekde), senagat binalarynyň gurluşygynda we ş.m. ýerlerde meseleleri çözmekde ulanmak bolar.

**3T2KII kysymly teodolit** triangulýasiýada, poligonometriýada, dolduryjy geodeziki torlary döretmekde, amaly (praktiki) geodeziýada, astronomiki ölçeglerde we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar (*1-nji surat*).

**3T5KII kysymly teodolit** dolduryjy geodeziýa torlarynda 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 surat.** 3T2KII, 3T5KII kysymly teodolitler

## 2T2KII, 2T2KA, 3T5KII kysymly teodolitleriň tehniki häsiýetnamalary

Häsiýetnamalar	2T2KII	2T2KA	3T5KII
Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi	30 <sup>x</sup>	30 <sup>x</sup>	30 <sup>x</sup>
Obýektiwiň ýagtylandyryş diametri (mm)	40	40	40
Görüş trubasynyň görüjilik meýdany	1°35'	1°35'	1°35'
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy (m)	0,9	0,9	0,9
Wertikal tegelegiň kompensatorynyň işleýiş çägi	4'	4'	5'
Hasaply mikroskopyň şkala böleginiň bahasy	1"	1"	1"
Gorizental burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy	2"	2"	5"
Wertikal burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy	2,4"	2,4"	7,2"
Metal goýguçdaky teodolitiň agramy (kg)	4,7	4,7	4,3

## 2. Tehniki takykly teodolitler

**4T30II, 4T15II kysymly teodolitlerde** gorizental we wertikal burçlary ölçemek bilen, şonuň ýaly-da görüş trubasyndaky uroweniň kömegi bilen niwelirlemegi geçirmek mümkin. Bu gurallar, aýratyn hem, taheometriki we teodolitli planlary almakda, şonuň ýaly-da ýokary takyklykdaky ölçegleri talap edilmeýän beýleki ýerlerde giňden ulanylýar. Gurallar işlemek üçin has sada we amatlydyr (*2-nji surat*). Ol teodolitler:

- metal goýgujynda ýerdäki nokada merkezleşdirmek maksady bilen düzedilen optiki merkezleşdirijiniň bolmagy;
- görüş trubasynyň seretmek üçin göni şekiliniň bolmagy;
- limbiň dürli hasabyny goýmak üçin ýörite nurbatyň bolmagy;
- dürli klimatiki şertlerde işlemek ukybynyň bolmagy;
- uly bolmadyk agramynyň we häzirkî zaman bezeginiň bolmagy bilen tapawutlanýarlar (*2-nji tablisa*).



2-nji surat. 4T30II, 4T15II kysymly teodolitler

2-nji tablisa

### 4T30II, 4T15II kysymly teodolitleriň tehniki häsiýetnamalary

Häsiýetnamalar	4T30II	4T15II
Bir usul bilen burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy:		
Gorizonta burçlar	30"	15"
Wertikal burçlar	30"	20"
Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi	20 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy (m)	1,2	1,2
Gabyndaky teodolitiň agramy (kg)	3,5	3,5

### 3. Takyk niwelirler

**3H2KJI** awtomatiki niwelir takyk ölçegleri geçirmek üçin niýetlenilendir. Bu gural *HOM* (optiki mikroskop) *görüş trubasyna geýdirme* bilen üpjün edilip bilner. Bu geýdirme, öz gezeginde, beýgelmäni ölçemegiň takyklygyny has-da ýokarlandyryr (3-nji surat).

**3H3KJI** niweliri geometriki niwelirlemegi amala aşyrmak üçin, ortaça, takyklykdaky guraldyr. Uly bolmadyk göwrüminiň we işlemek üçin amatlylygynyň bolmagy onuň, köplenç, gurluşyk meýdança-

larynda, ýer gurluşyk, geografiki, geologiki, tokaý hojalygy, şonuň ýaly-da ylmy-barlag işlerinde ulanylmagyna mümkinçilik berýär.

**3H5JI guraly** görüş trubasynda silindrik uroweni bolan kiçi göwürümdäki tehniki takyk niweliridir. Bu gural gurluşyk meýdanlarynda ýer we ýol gurluşyk, tokaý hojalygy we ylmy-barlag işleri geçirilende beýgelmeleri kesgitlemek maksady bilen has-da ynamly ulanylýar. Gurluşynyň amatly bolmagy, sazlaýjy we dolandyryş nurbatlarynyň elýeterli, amatly ýerde ýerleşmegi ony ulanmaga oňaýly şertleri döredýär. Şu ýokarda agzalan niwelirleriň ählisinde hem gorizont burçlary ölçemek üçin limbleri bardyr (*3-nji tablisa*).



3-nji surat. 3H2KJI, 3H3KJI kysymly niwelirler

*3-nji tablisa*

**3H2KJI, 3H3KJI, 3H5JI kysymly niwelirleriň tehniki häsiýetnamalary**

	3H2KJI	3H3KJI	3H5JI
1 km ikilenç ýörelgede ortaça kwadrat			
ýalňyşlyk (mm)	2	3	5
Mikrometr bilen bilelikde (mm)	1	–	–
Şekillendirişi	Göni		
Görüş trubasynyň 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 agramy (kg)	3,5	2,6	2,5



4-nji surat. L-30, N7-36 kysymly niwelirler

**HHR optiki niweliriň** – täze gurallaryň görmüşleriniň aýratynlyklary: ISO Halkara standartyna laýyklykda döredilen.

Çyglylykdan amatly goragly (6-njy surat).

Kompensatoryň erkin ýörelgesini çäklendirijisi bar.

Optiki ulgamy ýagtylandyrýar.

Dioptrly nyşanalajjysy bar.

Metal korpusynda tegelek düzleýjisi bar.

Gozganmaýan sapaklar tory bar.

Magnitli demperi bar (täze kysymly L-30, N7-36 niwelirlerinde) (4-nji tablisa).

4-nji tablisa

L-30, N7-36 kysymly niwelirleriň tehniki häsiýetnamalary

	L-30	N7-36	AT-24D
1 km ikilenç ýörelgede orta kwadrat			
ýalňyşlyk (mm)	1,5	2,5	2,0
Şekillendirişi	Göni		
Görüş trubasynyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>	24 <sup>x</sup>
Görüş meýdany	1°20'		
Nyşanalamgyň iň gysga aralygy	0,6		
Tegelek uroweniň bölek bahasy (mm)	8'/2		

4-nji tablisanyň dowamy

Nyşanalamagyň iň gysga aralygy (m)	0,8	1,2	1,2
Kompensatoryň işleýiş çägi (diapazony)	± 15'		
Guralyň gabyndaky agramy (kg)	1,22		



5-nji surat. C320, B20 kysymly niwelirler

**C300, C310, C320, C330, B20, B21 niwelirleri** ýokary we takyk niwelirleriň toparyna degişli bolup, olar aşakdaky aýratynlyklary bilen tapawutlanýarlar (5-nji surat):

- Ölçeğleriň takyklygyny we ynamlylygyny ýokarlandyrmak üçin magnit demperli ulgamy bolan kompensator bilen gurallaryň ähli kysymlary üpjün edilendir.

- B20 we B21–OM5 kysymly mikrometriki geýdirmeli ýokary takyklykda niwelirlemegi geçirmek üçin pahna (klinli) görnüşli toruň sapagynyň bolmagy bilen tapawutlanýar.

- Ähli kysymlar çyglylykdan goramak üçin gutuly (korpussy) gurally almagy bilen tapawutlanýarlar (5-nji tablisa).

5-nji tablisa

**C300, C310, C320, C330, B20, B21 kysymly niwelirleriň tehniki häsiýetnamalary**

		B20	B21	C300	C310	C320	C330
Görüş trubasy	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

Şekillendiriliş	Göni						
Takyklygy		1 kilometr ikenleş 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 görmüşde ýasalan						
Agramy (kg)	1,85	1,85	1,83	1,83	1,80	1,80	

#### 4. Ýokary takykly niwelirler

**PL1** ýokary takyklykdaky optiki guraldyr. Ol çylşyrymly gurallary döretmegiň üstünde köp ýyllaryň dowamynda çekilen zähmetleriň netijesinde döredildi. Niweliriň görüş trubasynyň ulaldyş koeffisiýenti  $42x$ , takyk silindrik düzleýjisiniň  $(10/2)$  we  $0,1 \text{ mm}$  bölekli optiki mikrometriniň bolmagy ýokary derejeli bahalara eýe bolmagyna mümkinçilik berýär (6-njy surat).



6-njy surat. PL1, BIC , B1 kysymly ýokary takykly niwelirler

**B1-B1C** takyk, amatly we has ynamly niwelirlerdir. **OM1** mikrometrli geýdirmäni ulanmak bilen 1 km ikilenç ýörelgede 0,5 mm takyklygy gazanmaga ýardam berýär. Ähli awtomatiki niwelirlere mahsus bolşy ýaly, **B1** we **B1C** niwelirleri ýokary takyklykdaky kompensator bilen üpjün edilendir. Ol bolsa, öz gezeginde, howaly magnitli dempferiniň esasynda işleýär. **B1C** niwelirinde ýeriň üstünde gorizont tal burçlary ölçemek üçin 10' bölekli limb ulanylýar (6-njy tablisa).

6-njy tablisa

**PL1, B1C , B1 kysymly ýokary takykly niwelirleriň tehniki häsiýetnamalary**

		<b>PL1</b>	<b>B1C</b>	<b>B1</b>
Görüş trubasy	Ulaldyşy	42 <sup>x</sup>	32 <sup>x</sup>	32 <sup>x</sup>
	Iň kiçi fokus aralygy	2,0 m	2,3 m	2,3 m
Takyklygy	1 kilometr ikilenç ýörelgede ortaça kwadrat ýalňyşlyk			
	Mikrometrli geýdirmesiz	–	0,8 mm	0,8 mm
	Mikrometrli geýdirmeli	0,2 mm	0,5 mm	0,5 mm
Kompensator	Görnüşi	–	Magnit dempferli ulgamly 4 torsionly kompensator	
	Işlemegiň çäkleri	–	±10'	±10'
Agramy (kg)		4,8	3,2	3,0

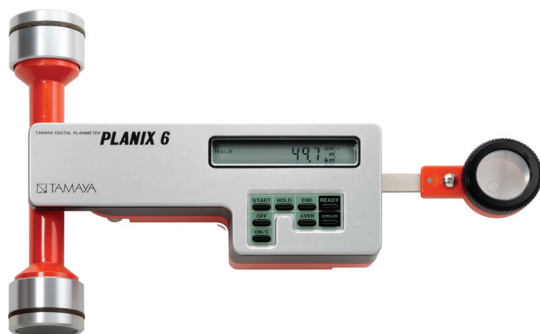
## 5. Planimetrler

**Planimetr** – bu kartada, planda ýa-da suratda islendik şekildäki sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemek üçin ulanylýar. Elektron planimetri mehaniki görnüşinden suwuklykly kristallaşan displeýiniň bolmagy bilen tapawutlandyrylýar. Onda ölçegleriň netijelerini we gerek ýagdaýy goýmak maksady bilen klawiatura bardyr. Elektron planimetrleri *rolik* we *polýar* görnüşlerinde bolýarlar.

**PLANIX 6 kysymly elektron planimetri** rolik görnüşindäki tigrçeginiň bolmagy bilen tapawutlanýar. Ol bolsa planimetri uzak aralyklara gorizont tal ýagdaýynda süýşürmäge mümkinçilik berýär.



Sanly klaviaturasy ulanyja planyň ýa-da suratyň masştabyny girizmäge we sudurlaryň meýdanyny kesgitlemäge esas döredýär (7-nji surat).



7-nji surat. PLANIX 6 kysymly planimetr

**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 hem geçirilýär. Ölçeğiň netijeleri 8 razýadly displeýde suratlandyrylýar (7-nji tablisa).

7-nji tablisa

**PLANIX 5, PLANIX 7 kysymly planimetrleriň tehniki häsiýetnamasy**

	<i>PLANIX 5</i>	<i>PLANIX 7</i>
Görnüşü	Polýarly	Rolikli
Iýmit çeşmeleri	<i>NiCd</i> içki batareýi ýa-da üýtgeýän elektrik akymynyň adapteri	
Işleýän wagtyň dowamlylygy	Batareý 15 sagatlap zarýad alandan soňra 30 sagat işleýär	
Displeýi	Artykmaç nollary basmak bilen suwuklykly kristallaşan displeý	
Mümkinçiligi	Bu simwolly 0,1 sm <sup>2</sup> ýa-da 0,01 dýum <sup>2</sup> birliklerine degişlidir	
Takyklygy	< ± 0,2 %	
Displeýiň mümkinçiliginiň aňryçägi	8 simwol giriş/çykaryş	8 simwol giriş/çykaryş
Ölçeğleriň diapazony	Diametri 35,6 sm	300 sm × 30 sm

Agramy	900 g	650 g
Ölçegleri (polýusly kriptiniň uzynlygy)	64 × 213 × 39 mm (kriptiniň uzynlygy 222 mm)	150 × 240 × 50 mm
Gaby	183 × 260 × 64 mm	

**Super Planix** – bu diňe meýdany çalt we takyk ölçemek bilen çäklenmän, eýsem onuň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny, nokatlaryň koordinatalaryny, çyzyklaryň arasyndaky gorizental burçlary, tegelegiň radiusynyň uzynlygyny ölçemäge mümkinçilik döredýär. Nokatlaryň koordinatalary kartografiki materiallaryň hakyky masştablaryny hasaba almagyň netijesinde geçirilýär.

**Super Planix** – nädogry şekildäki sudurlaryň meýdanlaryny 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 perdeleri bolmagy ony has-da sadalaşdyrýar we amatly edýär. Islendik işlerde guraly kompýutere birleşdirmegiň netijesinde koordinatalaryň faýlyny, ony bolsa DXE (*Super Planix Data Communication System* programasy ulanylan wagtynda) ölçegdäki faýlyna geçirmek bolýar.

**Planix S10 «marble» elektrón planimetri** ýokary takyklykdaky gurallary ýasamakda önümçiligiň täze serişdesidir. *Planix S10* «marble» elektrón planimetri kartanyň ýa-da planyň masştabynda göni we egri çyzyklaryň uzynlyklaryny, islendik formadaky obýektiň meýdanyny kesgitlemäge ukyplydyr. Şonuň ýaly-da meýdany kesgitlemekde koordinata oklaryny tapawutlandyrmaga mümkinçilik berýär. Ölçegleri orta bahalarda geçirmegi we ölçegi awtomatiki ýagdaýda gutarmagy, işlemek prosesini has-da sadalaşdyrýar. Guralyň täze reňkli gammasynyň (sary metal, gök ýarymaçyk we gyzyl ýarymaçyk korpusynyň) bolmagy we özüne çekiji bezeginiň bolmagy *Planix* elektrón planimetrini çalşyp bolmaýan kömekçä öwürýär (8-nji tablisa).

**Super Planixa, Super Planixb, Planix S10 elektron planimetrleriň  
tehniki häsiýetnamalary**

	<b>Super Planixa</b>	<b>Super Planixb</b>	<b>Planix S10</b>
Iýmit çeşmesi	<i>NiCd</i> içki akkumulýator ýa-da blok çeşmesiniň kömegi bilen		<i>NiMH</i> içki akkumulýator ýa-da blok çeşmesiniň kömeginde
Işleýän wagty	40 sagat (15 sagat zarýad)		20 sagat (15 sagat zarýad)
Displeýi	Kristallaşan suwuklyk, 16 san×2 hatar		
Ölçemegiň diapazony	380 mm×100 m		300 mm × 100 m
Takyklygy	±0,1 % (100 m×100 m meýdan ölçenilende)		
Olçegleri (mm)	345×155 ×45 mm		250×110×40 mm
Agramy	takmynan, 1 kg		630 g

## 6. Elektron teodolitler

**PowerSET kysymly elektron sanly taheometr.** Bu gural örän ajaýyp tehnologiýa serişdedir. Ol uly göwrümdäki mysallary çözmäge mümkinçilik döredýär. SDR düzülen programmaly üpjünçiliginiň (bu serişde *SDR33/31* meýdan kompýuterinde hem ulanylýar) bolmagy oňa ters geodeziki mysaly çözmäge, teodolit ýörelgesini deňagramlaşdyrmaga, baryp bolmaýan obýektleriň beýikligini kesgitlemäge, bilelikdäki ölçeglerde ulanylmaga, çyzykly, dugaly obýektleri ýeriň üstüne geçirmäge, binagärlik ölçeglerini geçirmäge, meýdanlary hasaplamaga, keselikleri surata almaga, ýollary bölmäge we ş.m. mümkinçilikleri berýär. Goýlan programma üpjünçiliginiň iki görnüşli mysaly bardyr. Olar **BASIC** (standart goýberilmegine girýär) we **Expert** (goşmaça isleg bildirmegiň netijesinde alynýar). Ol amaly programmalaryň ýygynyndysy görnüşinde tapawutlandyrylýar. Şu kysymly gurallarda operasion sistema (*MS DOS* operasion sistemasy bilen bilelikde) ulanylýar. Onuň kömegi bilen örän kyn derejeli logiki meseleler özüniň çözügüni tapýar.

Guralyň programma üpjünçiligi islendik işi kämilleşdirmäge mümkinçilik berýär. **PowerSet** – bu ölçegleri seljermäge mümkinçilik berýän örän ajaýyp guraldyr (8-nji surat)



**8-nji surat.** PowerSET elektron sanly taheometri

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 programmaly düwmäni yöne basmak bilen geçirilýär. Iki tizlikli seretdirijiniň nurbaty, amatly görüş trubasy, nyşana seretmek işini (guralyň korpusynda uzaklykölçeyjiniň böleginiň ýerleşmegi netijesinde) tizleşdirýär we ýeňilleşdirýär. Guralyň agramy akkumulýator bilen bilelikde 5,4 kg-dir.

Uzaklykölçeyjiniň gurluşy öz-özi seplenýän nyşanalajjy marka boýunça ýokary takyklykdaky ölçegleri geçirmäge kömek edýär. Bu bolsa prizmany serpikdirijini gerek bolan ýerinde ulanmaga mümkinçilik bolmadyk ýagdaýynda (meselem, jaýyň binasyna ýa-da binanyň burçuna seretdirilende) has oňaýly.

Öz-özi seplenýän nyşanalajjy markasy, şol bir nokatda köpsanly gaýtalama ölçegleri (meselem, obýektleriň deformasiýasynyň monitoringini geçirmek üçin) geçirmäge ýardam berýär.

**SET1010, SET2010, SET3010, SET4010 elektron  
sanly taheometrleriň tehniki häsiýetnamalary**

	SET1010	SET2010	SET3010	SET4010
Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi	30 <sup>x</sup>			
<b>Burçly ölçegler</b>				
Iň kiçi hasap	0.5"	0.5"	1"	5"
Takyklygy	1"	2"	3"	5"
Kompensator	Suwuklykly, iki okly datçik, onuň çägi $\pm 3'$			
<b>Aralygy ölçemek</b>				
<b>Amatly şertlerde ölçemegiň çäkleri</b>				
<b>RS90N</b> kysymly suratlandyryan plýonka ( <i>m</i> )	120	120	100	80
<b>AP</b> bir prizmalı ( <i>m</i> )	2700	2700	2700	1800
<b>AP</b> üç prizmalı ( <i>m</i> )	3500	3500	3300	2400
<b>Takyklygy</b>				
<b>AP</b> prizmalı ( <i>mm</i> )	2(2 + x D-6,)			
Suratlandyryan plýonka bilen ( <i>mm</i> )	4(3 + x D-6,)			
Umumy häsiýetnamasy				
Klawiaturasy	Doly harply-sanly			
Berlenleri saklamak				
Içki huşy	<b>SRAM</b> , 1 Mb, takmynan, 5000 nokat			
Huşly kartasy	<b>SDC5</b> (128K6) – topluma girýär, <b>SDC6</b> (256K6), <b>SDC8</b> (512K6) – goşmaça ätiýaçlyk üçin			
Iýmit batareýiniň agramy ( <i>kg</i> )	5,4			
Bir akkumulýator bilen işlemek wagty	4,5 sagat (600 ölçeg) $t=25^{\circ}\text{C}$ -de, bir gezekde aralygy we burçy her 30 sekuntdan ölçemek			
Işçi temperaturasy	$-20^{\circ}\text{C}$ -den $+50^{\circ}\text{C}$ -ä çenli			

Şu kysymly gurallarda iki görnüşli içki huşly gurluşy, ýagny guralyň gönüden-göni içki huşunyň bolmagy 5000 nokatly maglumatnamany ýatda saklamaga mümkinçilik döredýär (**BASIC** programmaly üpjünçiliginiň mysaly). **Sokkia** galtaşmaýan göwrümi

32 Kb-dan 512 Kb-e çenli (standart toplumynda 128 Kb, takmynan, 2000 nokat üçin niýetlenilen) huşly kartasynyň (*SDC*×kysymly) bolmagy meýdan şertlerinde amatly işlemäge esas döredýär. Karta informasiýalary ýazmagy galtaşmasyz 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 kartalar urga we silterlemä çydamly ýasalandyr. Şonuň bilen birlikde kartalar amatsyz howa şertlerinde ulanmaga-da ukyplydyr.

## 7. GPS tehnologiýalary

**4600 LS Surveyor GPS kabul ediji geodeziki gural** geodeziki torlary döretmekde, topografiki surata almagy ýerine ýetirmekde, taslamany ýere geçirmekde, GMS-ine maglumatlary ýygnamakda bahasyna ýetip bolmaýan serişdedir. Berlen kabul edijisi nokatlaryň arasyndaky aralygy göni görünmegi talap edilmeyän ýagdaýynda, şonuň ýaly-da onuň bilen islendik howa şertlerinde gije-gündiz önjeýli işlemek bolar.



9-njy surat. 4600 LS Surveyor GPS-i

**4600 LS** serişdesi statistiki çalt surata almakda hem-de 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 antenna we bataryý bir bitewi kor-

pusa birleşdirilen bolup, olaryň agramy 1,7 kilogramdan geçmeýär. Soňraky işleniliş (post) nokatdan surata almagy geçirmekde, goşmaça batareý 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

<b>TEHNIKI HÄSIÝETNAMA</b>	
<b>Fiziki häsiýetnamasy</b>	
Ölçeğleri	21 sm (diametri) × 11,8 sm (beýikligi)
Agramy	1,4 kg
	1,7 kg C-batareýi bilen bilelikde
<b>Elektriki häsiýetnamasy</b>	
Ýýmit çeşmesi	<1 $Wt$ (diňe kabul ediji)
	<3 $Wt$ (TRIMTALK 450 radiosy bilen birlikde)
	5 $W$ C kysymly hemişelik akymy
	9–20 $W$ daşky ýýmit çeşmesinde hemişelik akymy
Batareýi	4 C kysymly ýşykly batareýi (işe ukyplylygy 32 sagadyň dowamynda)
<b>DAŞKY GURŞAWYŇ ŞERTLERI:</b>	
Işçi temperaturasy	–40°C-den +65°C-ä çenli
Saklamagyň temperaturasy	–55°C-den +75°C-ä çenli
Çyglylygy	100%, doly mäkämlenen
Urga çydamlylygy	2 metr beýiklikden gaçanda urga çydamlylygy
<b>UMUMY HÄSIÝETNAMASY</b>	
Taýýarlygyň wagty	< surata almaga başlamazyňdan öň 30 sekunt
Yzarlamak	12 kanally, L1 C/A kodly, L1 doly göteriji fazaly
Berlenleri ýygnamak	Içki huşly gurluşa, TSC1 huşly gurluşyna, PC-kartasyna
Huşuna ýazmak	5 hemradan 15 sekuntlyk aralykda L1 ýygylykda 34 sagadyň dowamynda berlenleri ýygnamak
	5 hemradan 1 sekunt aralykda L1 a 4,5 sagadyň dowamynda işlemek

<b>IŞCI HÄSIÝETNAMASY</b>	
<b>Statistiki surata almagy</b>	
Ýagdaýlary	Tizlik starty (Quick-start), çalt statikasy (FastStatic)
Takyklygy	Planda: $5 \text{ mm} + 1 \text{ mm/km}$ (bazisli çyzyklarynyň uzynlygy $< 10 \text{ km}$ )
	Beýiklik boýunça: $10 \text{ mm} + 2 \text{ mm/km}$ (bazisli çyzygynyň uzynlygy $< 10 \text{ km}$ )
	Azimut boýunça: $1'' + 5/\text{bazisli çyzygynyň uzynlygy (km)}$
<b>Kinematiki surata almagy (gerek bolan gurallar TSCI berlenleriň ýygymly serişdesi bilen Survey Controller mobilli kabul edijisi)</b>	
Ýagdaýy:	Dur/ýöre (Stop and go); Yzygiderli surata almak (Continuous)
Takyklygy	Planly: $1 \text{ sm} + 1 \text{ mm/km}$
	Beýiklik: $2 \text{ sm} + 1 \text{ mm/km}$
Gözegçiligiň peridy	Üznüksiz surata almak: 1 ölçeg
	Dur/ýöre: 2 gezek (iň kiçi) 5 hemra boýunça
Berlenleri ýygnamagyň ýygylgy	1 Gs
<b>Hakyky wagtda kinematiki surata almak (gerek bolan gurallar TSCI berlenleriň ýygymly serişdesi bilen Survey Controller mobilli kabul edijisi)</b>	
Ýagdaýy	Hakyky wagtda kinematiki surata almak (Real time Kinematic);
	Hakyky wagtda differensial surata almagy (Real Time Differential)
Takyklygy	DGPS: $< 1 \text{ m CKO}$
	RTK: Planda: $1 \text{ sm} + 1 \text{ mm/km}$ , beýiklik boýunça: $2 \text{ sm} + 1 \text{ mm/km}$
Uzaklygy	Radio serişdelerine bagly
<b>Inisializasiýasy</b>	
Ýagdaýy	Täze nokatda, belli bir nokatda ýa-da RTK inisializasiýa serişdeli
Wagty	$< 10 \text{ c}$ (belli bir nokatda ýa-da RTK inisializasiýa serişdesinde)
Ynamlylygy	$> 99,9 \%$

**4600 LS guraly** dünýäde ilkinji C batareýini we 1 Wt-dan az bolan iýmiti harçlaýan geodeziki kabul edijidir. Soňraky işleniş nokadyndan surata almagy geçirmek üçin batareýiň bir topluny dört günüň dowamyn-



da işlemäge ýeterlikdir. Geodeziki torlary döretmekde *4600 LS* kabul edijisi şatiwde ornaşdyrylyp, bir perdäniň kömegi bilen dolandyrylýar. Topografiki surata almagy geçirmek ýa-da taslamany kartadan ýere proyektirmek üçin kabul edijini çelgä ornaşdyrýarys we *TSCI* berlenleri ýygnaýjynyň kömegi bilen amala aşyrýarys. Ol bolsa, öz gezeğinde, dürli informasiýalary çykarmakda we kabul edijiniň ölçeglerini goýmakda ulanylýar. Berlenleri ýazmak kabul edijiniň içki huşunda we *TSCI* ýygnaýjysynda geçirilýär.

**Guralyň berkligi:** ýasalan kabulediji ekstremal howa şertlerinde işlemek üçin ulanylýar. *4600 LS* kabul edijisi doly mäkämlenen we  $-40^{\circ}\text{C}$ -den  $+65^{\circ}\text{C}$ -ä çenli howa şertlerinde işlemäge çydamlydyr. Kabul ediji şatiwden ýa-da çelgiden gaty ýeriň üstüne gaçanda hem döwürmeýär (*10-njy tablisa*).

**Soňky işleniliş nokadynda surata almak:** statiki, tizlendirilen statistiki we kinematiki surata almak işi geçirilende, *4600LS* kabul edijini fazasy boýunça göretiji we *LI* ýygnylykda *C/A* kodly ýokary hilli işleri ýerine ýetirýär. *Trimble* kompaniýasynyň kämilleşdirilen amatly *Trimble Geomatics Office* programmaly üpjünçiligini ulananda geodeziki daýanç torlaryny döretmekde işleri geçirip bolar. Bu işleri gysgamöhletli tapgyrlarda gözegçilikleri geçirmegiň netijesinde almak bolar, şeýle hem bu gural bilen subsantimetr takyklygyny gazanmak mümkin. *Trimble* kompaniýasynyň beýleki kabul edijileri bilen deňeşdirilende, *4600 LS* içki huşy tizlendirilen statistiki berlenlerini *64* sagadyň dowamynda surata almak wagtynda ýygnamaga ýardam berýär.

**Hakyky wagtda surata almak:** *4600 LS Surveyor* kabul edijisiniň toplумы soňraky işleýiş nokatlaryndan we hakyky wagtda surata almak üçin *TSCI* berlenleriň ýygymly serişdesini, we *Trimble Geomatics Office* programma üpjünçiligini özünde jemleýär. Hakyky wagtda surata almagy geçirmek maksady bilen, *4600 LS* santimetrli takyk netijeleri almaga mümkinçilik berýär. *Trimble Geomatics Office* programmasynyň kömegi bilen ölçegleriň netijelerini işläp we dürli *GMS* we *CAD* bukjalaryna (paketlerine) geçirip (eksportirläp) bolýar. Dünýäde integrirlenilen *GPS* serişdelerini

öndürýän *Trimble* kompaniýasynyň 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 ýygylkly) radio modeli we antenaly programma üpjünçilikli berlenleri ýygnaýjy bolup, ol ölçegleriň netijeleri üçin bukja bilen üpjün edilendir. Bu diňe *Trimble* kompaniýasy barada gysgaça maglumatlardyr. Bu gural doly integrirlenilen geodeziki ulgamdyr (10-njy surat).

**Berk korpussy** *Trimble 5700 GPS* korpussyň magnili garyşmasynyň bolmagy, öz gezeginde, guralyň berkligini we ýeňilligini tapawutlandyrýar.

Guralyň kabul edijili düzülen radiomodemli, radioantennaly, batareýli we zarýad beriji gurluşlary bilen birlikde *1,4 kilogram* agramy bardyr. Kabul ediji giňeldilen howa şertleriniň çäklerinde ( $-40^{\circ}\text{C}$ -den  $+65^{\circ}\text{C}$ -ä çenli) işleýär. Onuň korpussy çyglylygy doly geçirmeýän we jebislenilen 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 5700 antenasy** Rowerli kabul ediji «*Zephyr*» ýokary takyklykdaky antenasy bilen birlikde goýberilýär. Öz gezeginde, bazaly stansiýada *Geodetic Zephyr* antenasy submetriki fazaly merkezli işe girizýärler. Antennanyň köpşöhlegiň täsirli netijesiniň, şonuň ýaly-da signalyň örän az mukdarda yzyna serpikmeginiň konstruksiýasynda ulanylmagy täze tehnologiýaly *Trimble Stealth* antenasyňa örän uly mümkinçilikleri döredýär.

**eRTK ýagdaýy 5700 kysymly GPS** hakyky wagtda işleýän täze *Trimble* kompaniýasynyň tehnologiýasy uly mümkinçiligi döredýär. Onuň artykmaçlygy bir bazaly stansiýadan, çäklendirilmedik rowerli kabul edijisi bilen hakyky wagtda adaty surata almagyň meýdanyn-dan dört esse uly bolan sebitde işlemek mümkinçiligi bolýar. Olardan daşary birnäçe bazaly stansiýada ýa-da aýlanýan referens-stansiýalarda işlemek hem mümkindir. İşlemekte *Trimble* kompaniýasynyň integrirlenilen önümünde ýokary ýygyllykly radiomodemleri, öýjükli telefonlary (elde göterilýän) we geçirijisiz modemleri ulanyp bolar.

**Işleriň ýokary önjeýliligi GPS 5700** az energiýany harçlaýanlygy (2,5 *Wt*) bilen häsiýetlenýär. Iki sany düzülen batarey çeşmesiniň kömegi bilen 10 sagadyň dowamynda üznüksiz, goşmaça zarýadlandyrmasyz işlemek bolar. Şonuň bilen birlikde 48 *Mb* fleş-kartasy (96 *Mb* göwrümdäki karta gural bilen bilelikde berilýär) berlenleri ýazmaga 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 zygiderlik göz önünde tutulandyr. Ondan daşary berlenleri geçirmek üçin *USB* portuny ulanmagyň esasynda alyş-çalşygy, islendik zygiderli portlardan on esse ýokarlandyrmak bolar (11-nji tablisa).

11-nji tablisa

<b>Kodly signallary pozisionirleýän differensial GPS serişdesi</b>	
Gorizontalkykylygy	0,25 m + 1 km/mm (RMS)
Wertikal takykylygy	0,50 m + 2 km/mm (RMS)
WAAS differensial pozisioneriň takykylygy	< 5 m (3DRMS)
<b>Statiki we çalt statiki GPS surata almak</b>	
Gorizontalkykylygy	5 mm + 0,5 km/mm (RMS)
Wertikal takykylygy	5 mm + 2 km/mm (RMS)
<b>Iki ýygyllykly RTK kabul edijisiniň eRTK™ Wide Area uly radioörtükli sebitlerde hakyky wagtda kinematiki surata almagy</b>	
Gorizontalkykylygy	10 mm + 1 km/mm (RMS)
Wertikal takykylygy	20 mm + 2 km/mm (RMS)
Saklanyşy	0,02 sekunt

11-nji tablisanyň dowamy

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 nokatda)	adatça, <30 sekunt
<b>Inisializasiýa</b>	
Ynamlylygy	adatça, >99,9%
<b>eRTK Wide Area örtügi</b>	
Bir bazaly stansiýadan adaty RTK ýagdaýy	300 km <sup>2</sup> -e çenli
Bir bazaly stansiýadan eRTK ýagdaýy	1250 km <sup>2</sup> -e çenli
Birnäçe bazaly stansiýalardan eRTK ýagdaýy	3750 km <sup>2</sup> -e çenli
Wirtually referens stansiýasy (VRS eRTK)	>8500 km <sup>2</sup> -e
Agramy (kg)	1,4
RTK Rover kabul edijisiniň doly toplumly (komplektlenen) görnüşiniň (7 sagatlyk batareýi bilen) agramy (kg)	4,0

**Geodeziki çözümleriň integrasiýasy** geodeziýada ýeriň üsti baradaky maglumatlary ýygnamak üçin taheometrleri ulanmak GPS ölçegleri geçirilenden amatly ýa-da tersine bolmagy mümkindir.

**Umumy häsiýetnamasy:**

1. Guralyň berk we ýeňil magnili garyndydan ýasalan korpusy bar.
2. Düzülen jebislenilen radiomodemi bar.
3. Oňyn huşly fleş-kartasy (96 Mb) bar.
4. Berlenleriň çaltlyk bilen alyş-çalyş edilmegi üçin *USB (Universal Serial Bus)* porty bar.
5. Kabuledijiniň iki sany kiçijik kamkoderli batareýinden 10 sagadyň dowamynda işlenilýär.
6. Kabuledijiniň çelgisinde, guşaklyk bukjasynda berkitmek mümkinçiligi bar.

7. Kabuledijiniň paneline, onuň ýmit çeşmesiniň işleýşine, berlenle-riň ýygnalyş prosesine, huşuň fleş - kartasyny döretmäge, könelişen efemeridli faýlyny aýyrmaga we ş.m. gözegçilik etmek bolar.

8. Ýagtylyk indikatory gelýän signalyň kabul edilmegine, differensirlenilen düzedişleriň alynmagyna, ýmit çeşmesiniň ýagdaýyna gözegçilik etmäge uly ýardam berýär.

## 8. SDR 31/33 kysymly elektrton meýdan kompýuteri

Häzirki wagtda bütin dünýäde SDR33 kysymly meýdan kompýuteri giň meşhurlyk bilen peýdalanylýar. Bu bolsa köp sebäpler bilen esaslandyrylýar, ýagny amatly we logiki taýdan dogry gurlan programmasynyň, uly displeýiniň, doly klawiaturasynyň köpsanly gurallary dolandyryp bilmegi we beýlekiler 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 programma (*Expert* wersiýasy) üpjünçiligini alýar. Ol bolsa, öz gezeginde, giň möçberdäki meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. SDR33 kombinasiýaly iň sadaja elektron taheometri ulanylan wagtynda ulanyjy ýokary derejeli *PowerSET* elektron taheometrleriniň wezipesini ýerine ýetirýär. Bu bolsa surata alynýan wagtynda ýeriň üstündäki obýektleriň ählisini diýen ýaly plana (karta) geçirmäge esas döredýär. Guralyň doly harp-sanly klawiaturasynyň (56 perde, klawiş, funksional perdeleri goşulanda) bolmagy meýdanda informasiýalary girizmegi ýeňilleşdirýär. Şonuň bilen birlikde guraly dolandyrmak we informasiýalary girizmek aralykdan geçirilýär. Ol bolsa tötänleýin guralyň ýagdaýyna täsir etmez ýaly amatly şert döredýär.

SDR33 elektron meýdan serişdesi ýaramaz howa şertlerinde işlemek üçin niýetlenilendir. Gural suwdan we tozandan örän gowy



11-nji surat. SDR 31/33 kysymly elektrton meýdan kompýuteri

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 üpjünçilik:

Survey	Cogo	Road	Level
– topografiya; – ýörelgäni deňagramlaşdyrmak; – ters kesişme; – usullar bilen maglumatlary ýygnamak; – kollimasiýaly ýalňyşlygy kesgitlemek; – baryp bomaýan obýektiň beýikligini kesgitlemek	– koordinatalary boýunça ýere geçirmek; – çyzygy geçirmek; – dugany geçirmek; – ters geodeziki mysaly çözmek; – meýdany kesgitlemek; – nokady üýtgetmek; – esasy çyzykdan ölçemek; – kesişmeleri hasaplamak	– ýoly ýere geçirmek; – ýoluň üstüni ýere geçirmek; – ýoly surata almak; – keselikleri surata almak; – ýoly kesgitlemek; – şablonlary kesgitlemek	– niwelirmek; – niwelir ýörelgesini deňagramlaşdyrmak

*SDR33* elektron meýdan serişdesi dünýäniň ähli iri geodeziki guralaryny öndürijiniň interfeýsini özünde jemleýär. Ulanyja guraly ulanmak üçin onuň aýratynlyklaryny öwrenmek zerur bolmaýar (işlemegiň tertibi nukdaýnazaryndan, gurallaryň arasynda hiç hili aratapawut ýokdur).

Olardan daşary *SDR33* elektron žurnaly diňe elektron taheometrleri üçin niýetlenilmän, eýsem sanly niwelirler, serpikdirijisiz uzaklykölçeyjileri, häzirkigi wagtda bolsa *GPS (SDR33 GPS/RTK)* kabul edijileri tarapyndan hem giňden peýdalanylýar, şeýle hem onuň kömegi bilen dürli görnüşli gurallardan alnan maglumatlary şol bir işçi faýlda ýatda saklamak mümkin. Oňa berlenleri el bilen hem girizmek bolar. Huşdaky saklanýan informasiýalary islendik ýagdaýlarda seljermek mümkin.

## 9. Geodeziki gurallaryň has täze görnüşleri

Soňky wagtlarda sanly geodeziki niwelirler giňden ulanylýar. Ulanmagyň esasy sebäpleri olaryň wagty tygşytlayanlygy we ulanmak üçin ýönekeýligi, şeýle-de iş önümliligini ýokarlandyrmaga ukybynyň bolmagydyr. Gural gurluşyk meýdanynda obýektleriň de-

formasiýasyna ýokary takyklykda gözegçilik etmekde, başga maksatlarda takyk ölçegleri geçirmäge mümkinçilik berýär. Sada tehnologik prosesi ýeňil dolandyran menýunyň interfeýsi gural bilen çalt işlemäge we ony önjeýli ulanmaga ýardam berýär. Niwelirler alnan hasaplary her 3 *sekuntdan* bir gezek huşuna ýazmaga ukyplydyrlar (12-nji surat).



**12-nji surat.** Sanly niwelir we onuň reýkasy

Sanly niwelirleri ulanmakda 50%-e çenli wagty we işiň önümliligi üçin çykdajylary azaldyp bolar. Şonuň bilen birlikde guralda ölçeg penjiresinden hasaplary almakda gözegçiniň hususy ýalňyşlygy aradan aýrylýar. Ähli geçirilýän ölçeglerde hasaplamalar awtomatiki ýagdaýda 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 programmalar 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 ölçemekde *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. Uzaklykölçeýjileriň tolkunlary serpikdiriji ulanylan wagtynda ölçenilýän çyzygyň uzynlygy artdyrylýar. Lazerli ruletkalaryň käbirlerini teodolitlere (*Disto*), şonuň ýaly-da çelgilere (impuls tipli) hem berkitmek bolar. Çelgide berkidilen uzaklykölçeýji, adatyça, *inklinometr* adyny alýar. Ol bolsa, öz gezeginde, ölçenilýän çyzygyň gorizonta ýagdaýyny we beýgelmesini awtomatiki usulda kesgitlemegi ýerine ýetirýär. Gorizonta burçlary ölçemek maksady bilen, 15" takyklykdaky magnit kompasyny ulanmak amatlydyr. Bu takyklyk gurmaýyň grafiki takyklygydyr. Bu ýagdaýda elektron teheometriň bahasyndan 1,5-2 esse arzan düşýän görnüşini alýarys. Geodeziki ölçegleri ýokary derejede awtomatlaşdyrmak üçin elektron taheometrleri ulanylýar (13-nji surat).



**13-nji surat.** GPS serişdesi bilen birleşdirilen elektron sanly taheometr

Dürli kompaniýalar birnäçe hatar 1", 2", 3", 5", 6" we 20" takyklygy üpjün edýän elektron taheometrleri öndürýärler. Şonuň bilen birlikde bu taheometrler bilen çyzykly ölçegleri geçirmekde  $1\text{ mm} + 1\text{ mm} \times 10^{-6}$  we  $5\text{ mm} + 5 \times 10^{-6}$  çenli çaklerde guralyň takyklygyna baglylykda almak bolar.

Soňky wagtlarda serpikdirijisiz uzaklykölçeýjileri bilen üpjün edilen elektron taheometrler öndürilip başlandy. Onuň kömegi bilen 100-200 mertlik aralyklary diffuzly nyşana arkaly ölçemek bolar, emma bu gurallaryň serpikdirijili aralygy ölçemek üçin ulanylmagynda bolsa

3-5 km uzynlyklary ölçýjilik takyklygyny peseltmezden geçirmek mümkindir. Şu hili taheometrler işde ulanylmaga örän amatlydyr. Bu taheometrleriň köpüsi  $-20^{\circ}\text{C}$ -ä çenli sowuk howa şertlerinde işleýär, emma ulanyjylaryň isleglerine görä,  $-35^{\circ}\text{C}$ -ä çenli sowuk howa şertlerinde işlemäge ukyply edilip ýasalan görnüşleri hem bardyr.



Sanly niwelirde ulanylýan reýkalar özleriniň berkligi we daşky gurşawyň täsirine çydamlydyklary bilen tapawutlanýarlar. Olar häzirki döwürde, köplenç, metaldan (*fibrglasdan*, alýuminiden) ýasalýar. Geodeziki işleri amala aşyrmakda hemra sistemaly gurallar diýseň amatlydyr. Bu gurallar ýerdäki nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemegiň takyklygyny 5–10 metrden 1 santimetre çenli ýalňyşlyk aralyklarynda ölçemäge ukyplydyrlar.

Has pesräk takyklygy göterilýän, Ýeriň emeli hemralary bilen baglanyşykly geodeziki gurallar alýar. Olar özbaşdak ýagdaýynda 5–10 metre çenli takyklygy üpjün edýärler.

Şu ýagdaýda işlemegiň differensial usulyndan peýdalanylýar. Munda bolsa bir nokatda hemişelik kabul ediji ornaşdyrylyp, beýlekisi bilen bolsa belli bir nokatlar boýunça hereket edilýär. Nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemegi, kartanyň hakyky masştabynda ýada 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 ýygylykly hemraly serişdeleriň täsir ediş uzaklygy (bazaly nokatdan kesgitlenilýän nokada çenli aralyk) 15–20 km çäklerden geçmeli däl. Ondan has uzagra (100 km we ondan köpräk aralyklara) täsirini ýetirmek maksady bilen, iki ýygylykly hemraly enjamlar ulanylýar. Şu ýagdaýda nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemekde örän ýokary 5 mm+5 rrm takyklykdaky çäkleri almak bolar.

Bu serişdeler radioenjamlarynyň toplумы bilen ulanylyp, nokatlaryň koordinatalaryny hakyky wagt aralygynda kesgitlemäge ýardam berýär. Şu ýerde bir zady bellemek möhümdir, ýagny täsir etmegiň uzaklygy ulanylýan radiogoýberijisiniň (peredatçiginiň) güýjüne hem baglydyr.

## GEODEZIÝADA DUŞ GELÝÄN HALKARA ADALGALAR

**Abris** (Абрис) [nemes - *abris* - *çyzgy, plan, ýazgy*] – topografiki surata almakda ýeriň üstünde meýdan ölçegleriniň netijeleri belgilenilen, takyk plany gurmak üçin niýetlenilen el ugra çekilen shematiki çyzgy.

**Absissa** (Абсцисса) [latyn - *abscissus - kesilen, aýrylan*] – gönüburçly koordinatalar tekizliginde nokadyň ýagdaýyny görkezýän ululyklaryň birinjisi bolup,  $x$ (iks) harpy bilen belgilenilýär. Geodeziýada *absissa* okunyň ugry meridianlaryň ugry bilen gabat getirilýär.

**Absolýut beýiklik** (Абсолютная высота) – berlen nokatdan asma ugurda, ortaça deňiz derejesine çenli aralyk Türkmenistanyň çägi üçin beýiklik sistemasynyň başlangyç dereje tekizligi hökmünde Russiýanyň Kronşadt futştogunyň noly (başgaça *beýikligiň Baltika sistemasy* diýilýär) alynýar. Berlen nokatlaryň *absolýut beýikligi*  $H_{abs}$  harpy bilen belgilenilýär.

**Absolýut ýalňyşlyk** (Абсолютная погрешность) [latyn – *absolutus - çäklenmedik, gürrüňsiz*] – berlen ululygyň ölçenilen  $L$  we takyk  $X$  bahalaryň tapawudy. Ol  $\Delta$  (*uly delta*) harpy bilen belgilenilýär:  $\Delta = L - X$  bolar. Ululygyň ölçenilen bahasy bilen onuň hakyky bahasynyň tapawudy.

**Alidada** (Алидада) [arap sözi] – geodeziki ýa-da astronomiki gurallaryň limbinden takyk hasaplary almak maksady bilen, onuň üstünde bir merkezi okda ýerleşýän gurлуş. Ol burçlary ölçeyji geodeziki gurallaryň esasy bölegidir.

**Algoritm** (Алгоритм) [latyn – Algorithmi] – manysy *Merkezi Aziýanyň görnükli alymy Muhammet ibn Musa al-Horezminiň* adynyň birmeme ýoýlan görnüşi.

**Asma çyzyk** (Отвесная линия) – **1.** Ýeriň üstündäki islendik nokatda agyrylyk güýjüniň ugry bilen gabat gelýän çyzyk. **2.** Geoidiň üstündäki islendik nokatdan onuň üstüne perpendikulýar kesip geçmegi netijesinde alnan çyzyk.

**Astrolýabiýa** (Астролябия) [grek *astroolabion, astron – ýyldyz, labë – tutmak*] – asman ýagtyltygýalarynyň beýikliklerini berlen tekizlikde

ýerleşdirmek üçin niýetlenilen astronomiki gural. *Astrolabiýany* kämilleşdirmekde Merkezi Aziýanyň görnükli alymlary Muhammet ibn Musa al-Horezminiň, Habaş hasapçynyň, Abu Reýhan Birunynyň, Omar Haýýamyň hem-de beýleki taryhy şahslaryň goşantlary diýseň uludyr.

**Astronomiki koordinatalar** (Астрономическая координата) – geografiki koordinatalaryň bir görnüşi bolup, ol asman ýagtylygçylaryna seretmek ýoly bilen ýeriň üstünde (geoidiň) nokadyň ýerleşmek ýagdaýyny kesgitleýän ululyklar.

**Astronomiki meridianyň tekizligi** (Плоскость астрономического меридиана) – berlen nokatdaky asma çyzygyň üstünden ýeriň aýlanma okuna parallel kesip geçende alnan tekizlik.

**Astronomiki giňlik** (Астрономическая широта) – berlen nokadyň üstünden geçýän asma çyzyk bilen Ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar ýerleşen tekizligiň arasynda emele gelen burç. Ol  $\varphi$  (*fi*) harpy bilen belgilenilýär (*ser. Astronomiki koordinatalar*).

**Astronomiki meridian** (Астрономический меридиан) – berlen nokadyň üstünden geçýän *astronomiki meridianyň* tekizliginiň ýeriň üsti (geoid) bilen kesişmegi netijesinde alnan çyzygy.

**Astronomiýa uzaklygy** (Астрономическая долгота) – berlen nokadyň üstünden geçýän astronomiki meridian bilen başlangyç astronomiki meridianyň arasynda emele gelen iki granly burçdur. Ol  $\lambda$  (*lýamda*) harpy bilen belgilenilýär.

**Atlandyrylan masştab** (Именованный масштаб) – kartanyň ýa-da planyň çarçuwasynyň aşagynda masştabyň ýazylmagy bilen berilme-gi (natural masştab). Meselem, planyň «*1 santimetrinde 50 metr*» ýa-da «*1 santimetrinde 250 metr*» we ş.m. (*ser. Masştab*).

**Azimut** (Азимут) [*arap - as-sumut – ýol, ugrur*] – nokadyň üstünden geçýän meridianyň demirgazyk ugrundan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizont burç. Ol sagat diliniň ugruna  $0-360^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär we *A* harpy bilen belgilenilýär.

**Barometriki niwelirmek** (Барометрическое нивелирование) [grek – *baros we metreo – agyr ýük ölçäýärin* (howanyň basyşy babatynda)] – ýeriň üstündäki nokatlaryň beýiklikleri atmosfera basyşlaryny ölçemek ýoly bilen, ýer üstüniň relýefini esaslandyran takmynan usul (*ser. Niwelirmek*).

**Başlangyç parallel** (Начальная параллель) – Ýer togalagynyň üstünde ekwatoryň tekizliginiň, geografiki giňligiň başlangyç hasap hökmünde alynmagy.

**Başlangyç meridian** (Начальный меридиан) – London şäheriniň ýakynynda ýerleşen Grinwiç obserwatoriýasynyň tegelek zalynyň merkezi nokadynyň üstünden geçýän meridian. Grinwiç meridianynyň başlangyç ( $B=0^{\circ}00'00''$ ) hökmünde kabul edilen ýyly 1884-nji ýyl hasaplanylýar. Bu 1884-nji ýylda Waşington şäherinde geçen Halkara konferensiýada kabul edildi.

**Bazis** (Базис) [grek – *basis - esas*] – ýeriň üstünde ýokary takyklyk bilen gönüden-göni ölçenilen çyzyk. Ol triangulýasiýada üçburçluklaryň taraplarynyň uzynlyklaryny we koordinatalaryny ölçenilen (gorizontal) burçlar boýunça kesgitlemekde ulanylýar.

**Beýgelme** (Превышение) – iki nokadyň absolýut ýa-da odnositel beýiklikleriniň tapawudy ( $h_{AB} = H_B - H_A$ ). Ol geodeziýada  $h$  harpy bilen belgilenilýär.

**Beýikligiň Baltika sistemasy** (Балтийская система высот)– Türkmenistanyň çäginde absolýut beýiklikleriň ulgamy. Beýiklik hasabynyň başlangyjy *Baltika deňzinde* ýerleşýän Kronşadt futştogynyň nolundan alynýar.

**Beýiklik ýa-da çuňluk şkalasy** (Высотная или глубинная шкала) – gipsometriki, batimetriki we fiziki kartalaryň esasy şertli belgileriniň ulgamy. Kartalarda izogipsleriň, izobatlaryň we beýikligiň hem-de çuňlugyň reňkli belgilenmesi. Ýer üstüniň relýefiniň we dünýä okeanlarynyň her bir kesgitlenilen beýikligi we çuňlugy üçin öz degişli boýagy saýlanylýap alynýar we reňklenilýär.

**Brigada** (Бригада) [fransuz – *brigade* –topar] – birmeňzeş ýa-da dürli hünärmenlerden düzülen, ýeke-täk önümçilik meselelerini ýerine ýetirýän we işiň netijeliligine umumy jogapkärçilik çekýän işçiler topary.

**Bussol** (Буссоль) [fransuz – *boussole* – *kiçijik gap*] – 1. Berlen çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek üçin niýetlenilen geodeziki gural. 2. Uly ölçegdäki we has kämilleşdirilen konstruksiyaly elektron kompas.

**Çyzykly masştab** (Линейный масштаб) – kartadan ýa-da plandan ölçenilýän çyzyklaryň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen ulanylýan gural. Olar özleriniň takyklygy boýunça: *çyzykly, kese, gysyk (ýapgyt)* we *pahna (klin)* görnüşinde bolýarlar. Çyzgyçlaryň ählisi hem gaty, metal esasa geçirilen bolup, ulanmaga amatlydyr, emma olary çyzgy kagyzyňa çyzmak bilen hem ýasamak mümkin (*ser. Masştab*).

**Demirgazyk nokat** (Северная точка) – älemiň Demirgazyk polýusy-na ýakyn bolan asman meridiany bilen matematiki gorizontyň kesişme nokady.

**Demirgazyk polýus** (Северный полюс) [*latyn – polus – Ýeriň ýa-da Älemiň oky*] – Ýeriň aýlanma oky bilen Demirgazyk nokadynyň ýeriň üsti bilen kesişmegi netijesinde alnan nokat. Bu nokat Demirgazyk buzly okeanynda ýerleşýär. Demirgazyk polýusyna ilkinji bolup amerikan syýahatçylary F. Kuk (1908-nji ýylda) we R. Piri (1909-njy ýylda) bardylar.

**Dereje** (Уровень) – ýeriň üstündäki islendik çyzygyň gorizontaldygyny barlamak, şonuň ýaly-da kiçi ýapgyt burçlary ölçemek üçin niyetlenilen gural. Onuň esasy bölegi çüýşe naýça (ampula) bolup, onuň içine ýeňil suwuklyk, ýagny etil, efir ýa-da etil spirti guýulýar.

**Dereje üsti** (Уровенная поверхность) – geodeziýada, ýeriň üstündäki nokatlaryň ählisinde agyrylyk güýjüniň potensialynyň birmeňzeş bahalary alýan üst tekizligi. Ýeriň grawitasiýa meýdanynyň dereje üsti Dünýä okeanlarynyň suwunyň orta derejesi bilen gabat gelýär.

**Diafragma** (Диафрагма) [grek - *diaphragma-diwar; germew*] – geodeziki gurallaryň optiki sistemasynda (görüş trubasynda) ýagtylyk şöhesini çaklandirmek ýa-da üýtgetmek maksady bilen goýulýan gurluş.

**Diagonal ýörelge** (Диагональный ход) [grek - *dia* we *nwnia - burçdan burça gidýärin*] – teodolit, taheometr we surata almagyň beýleki usullarynda koordinatalary öňünden belli bolan poligonyň nokatlarynyň arasyndan ýer üstüniň görünmeýän böleklerini surata almak maksady bilen geçirilýän ýörelge.

**Diometr** (Диаметр) [grek – *diametros – kese keselik, gapdallaýyn*] – töweregiň merkeziniň üstünden geçýän horda.

**Direksion burç** (Дирекционный угол) [*latyn – direktion - gönükdiriji*] - nokadyň üstünden geçýän ok meridianynyň (ýa-da oňa parallel bolan çyzygyň) demirgazygyndan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizonttal burç. Ol sagat diliniň ugruna  $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär we  $\alpha$  (alfa) harpy bilen belgilenilýär.

**Eker** (Экер) [fransuz - *equerre - dörtburçluk ýasamaly*] – ýeriň üstünde  $45^{\circ}$ -lyk,  $90^{\circ}$ -lyk,  $135^{\circ}$ -lyk we  $180^{\circ}$ -lyk burçlary takmynan gurmak maksady bilen ulanylýan geodeziki gural.

**Eklimetr** (Экзиметр) [grek – *ekklino* we *metreo – ýapgytlygy ölçeýärin*] – ýeriň üstünde wertikal burçlary takmynan ölçemek üçin ulanylýan geodeziki gural.

**Ekwator** (Экватор) [*latyn – aequator – deň daşlaşan*] – Ýeriň merkezinden geçýän, onuň aýlanma okuna perpendikulýar ýerleşen, kesme tekizligiň Ýer ellipsoidiniň üsti bilen kesişmegi netijesinde emele gelen çyzygy. Ekwator Ýeriň üstüni Demirgazyk we Günorta ýarymşarlara bölýär.

Ol geografiki giňligiň başlangyç hasaby bolup durýar. Onuň uzynlygy 40075696 metre deňdir.

**Eňňitlik** (Уклон) – ýapgytlygyň eňňitligini görkeziji. Ol ýerdäki seredilýän çyzygyň beýgelmeleriniň, onuň gorizont kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. Meselem, eger-de eňňit 0,015 metre deň bolsa, onda ol 1000 metr aralykda 15 metr beýgelmäniň bardygyny aňladýar. Ol geodeziýada i harpy bilen belgilenilýär.

**Funksiýa** (Функция) [latyn – *funktio* – *baglanyşyk, degişlilik*] – geodeziýada we kartografiýada haýsydyr bir ululygy beýlekisi bilen baglanyşdyrýan aňlatma.

**Garyşyk usulynda surata almak** (Комбинированный способ съемки) [latyn – *combinatio* – *birleşdirilen*] – topografiki surata almagyň bir görnüşi. Ol tekiz köp ýaşalýan sebitleriň kartalaryny düzmekde ulanylýar. Onda ýer üstüniň sudurly bölekleri aerofotosuratlar ýa-da fotoplanlar boýunça alnyp, relýefi bolsa menzula bilen surata almak arkaly aerofotomateriallarda geçirilýär.

**Geodeziki daýanç torlary** (Геодезические опорные сети) – ýeriň üstünde berkidilen nokatlar toplumu. Olaryň planly we beýiklik ýagdaýy geodeziki ölçegler üçin esaslandyrylan ýeke-täk koordinatalar sistemasynda kesgitlenendir. Bu nokatlar geodeziki we topografiki surata almakda daýanç nokatlary bolup hyzmat edýärler.

**Geodeziki başdaky maglumatlar** (Геодезические даты исходные) – geodeziki daýanç torunyň berlen punktunyň koordinatalary astronomiki ýol bilen kesgitlenilen haýsy hem bolsa bir goňsy punktada ugruň geodeziki azimuty we şu çäk üçin kabul edilen Ýer ellipsoidiniň üstünde geoidiň beýikligi hasaplanylýar. Türkmenistanyň yeriniň çägi üçin Pulkow astronomiki observatoriýasynyň tegelek zalynyň merkezi koordinatalaryň başlangyç punkty hökmünde kabul edilen. Bu ýerde geoidiň beýikligi nola deň diýlip kabul edilen.

**Geodeziki belgiler** (Геодезические знаки) – ýer üsti (sütün, piramida we ş.m.) we ýerasty gurluşlardan (beton monoliti) ybarat bolan bina. Olar geodeziki punktlary görkezmek we berkitmek maksady bilen ulanylýar.

**Geodeziki gurallar** (Геодезические приборы) – mehaniki, optiki mehaniki, elektrik-optiki, radioelektron, elektron we sanly gurluşlar bolup, ýeriň üstünde berlen çyzyklary, burçlary, beýgelmeleri geodeziki daýanç punktlaryny döretmek, topografiki surata almak we ş.m. üçin niýetlenilen gurallaryň toplumu.

**Geodeziki koordinatalar** (Геодезические координаты) – ýeriň üstündäki nokatlaryň ýagdaýyny kesgitlemekde referens – ellipsoidiň üsti, emma koordinatalaryň çyzyklary (oklary) hökmünde geodeziki meridian we parallel alynýan ululyklar. Ýer ellipsoidiniň üstündäki nokadyň ýagdaýyny (koordinatalaryny) kesgitlemekde nokatdan geçirilen meridianyň we paralleliň kesişýän nokady peýdalanylýar.

**Geodeziki punkt** (Геодезический пункт) – ýeriň üstünde geodeziki usullar (triangulýasiýa, poligonometriýa we ş.m.) bilen ýagdaýy, belli planly koordinatalar sistemasynda kesgitlenilen nokatdyr. Geodeziki punkt-lar ýeriň üstünde geodeziki belgiler bilen berkidilýär.

**Geodeziki signal** (Геодезический сигнал) [latyn - *signum* - *bellik*] – çylşyrymly piramida görnüşli 40–50 metr beýiklikdäki gurluş. Ol ýokary derejeli döwlet geodeziki torunyň geodeziki belgisi hökmünde hyzmat edýär.

**GEODEZIKI WE GEOFIZIKI YLYMLARYŇ HALKARA BIRLEŞMESI** (МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ НАУК) – 1919-njy ýylda döredilen we tebigy ulgamlaryň halkara birleşmesine (ТУНВ) degişli bolan gurama.

**Geodeziýa** (Геодезия) [grek – *geodaisia* – *ýer üstüni bölleklere bölýärin*] - Ýeriň şekilini we ululygyny öwrenmekde, onuň üstündäki nokatlaryň biri-birine baglylykda ornuny kesgitlemekde, Ýer üstüniň kartasyny, planyny we profilini düzmekde, şeýle hem inženerçilik işlerinde talap edilýän binalary projektirlemekde ýerine ýetirilýän ölçegleri geçirmegiň nazaryýeti we amallary hakyndaky ulymdyr.

**Geodeziki beýiklik** (Геодезическая высота) – ýeriň üstündäki belli tebigy nokadyň, Ýer ellipsoidiniň üstünden (dereje üstünden) beýikligi. Berlen nokat ellipsoidiň üstünde däl-de, Ýeriň tebigy üstünde ýerleşýär. Şonuň üçin nokadyň Ýeriň üstündäki ýagdaýyny kesgitlemekde ellipsoidiň üstünden beýikligi göz önünde tutulýar. Türkmenistanyň çäginde nokatlaryň absolýut beýikligi Kronştadt (Baltika deňzi) futştogynyň noluna baglylykda hasaplanylýar.

**Geografiki koordinatalar sistemasy** (Система географических координат) – berlen nokadyň ýagdaýyny şaryň ýa-da sferanyň üstünde kesgitlemäge mümkinçilik berýän ululyklar. Ol geografiki giňlikden we uzaklykdan ybarat bolup, gradus ölçeg birligine degişlidir (*ser. Koordinata*).

**Geografiki giňlik** (Географическая широта) – berlen nokadyň üstünden geçýän normal çyzyk bilen ekwatoryň tekizliginiň arasyndaky emele gelen burç. *Geografiki giňlik B* harpy bilen belgilenilýär we ekwatorдан polýuslara tarap  $0^{\circ}$ -dan  $90^{\circ}$ -a çenli hasaplanylýar (*ser. Geografiki koordinatalar*).

**Geografiki obýektler** (Географические объекты) – giň meýdany (içki derýalar, dag ulgamlary, çöller we ş.m.) eýeleýän ýerli predmetler (*Ser. Obýekt*).

**Geografiki uzaklyk** (Географическая долгота) - başlangyç meridian (Grinwiç meridiany London şaheriniň ýakunynda ýerleşýän obserwatoriýanyň ady) bilen nokadyň üstünden geçýän meridianyň arasynda emele gelen iki granly burç. Ol  $L$  harpy bilen belgilenilýär we başlangyç meridiandan gündogara we günbatara  $0^\circ$ -dan  $180^\circ$ -a çenli üýtgeýär (*ser. Geografiki koordinatalar*).

**Geografiki polýuslar** (Географические полюса) [latyn – *polus*, grek – *polos* - *ýeriň we älemiň oky*] – ýeriň üsti bilen Ýer togalagynyň aýlanma okunyň kesişmeği netijesinde alnan nokatlar (günorta we demirgazyk).

**Geografiki koordinatalar** (Географические координаты) – ýeriň üstünde ýagdaýy kesgitlenilen nokadyň geografiki giňligi we uzaklygy.

**Geometriki niwelirlemek** (Геометрическое нивелирование) – gorizonta şöhläni nyşanalamak bilen niweliriň kömegi arkaly hasap reýkasynadan alnan sanlaryň tapawudy arkaly beýgelmäni kesgitleýän usul.

**Geoid** (Геоид) [grek – *ge* we *eidos* – *ýer görnüşi, ýere meňzeş*] – okean suwlarynyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky ýagdaýynyň, materikleriň aşagyndan dowam etdirilende alnan ýeriň şekili. *Geoidiň* üsti daglaryň we okeanlaryň çylşyrymly görnüşi bilen Ýeriň fiziki üstünden tapawutlanýar. Bu ululyk 1873-nji ýylda ilkinji gezek nemes fizigi **I. W. Listing** tarapyndan ylma girizilýär.

**Geomagnit meridiany** (Геомагнитный меридиан) – Ýer togalagynyň geomagnit polýuslaryny birleşdirýän göniniň Ýeriň üstündäki nokatdan geçýän wertikal tekizlik bilen kesişmeğinde emele gelen çyzygy.

**Gorizont** (Горизонт) [grek – *horizon* – *çäklendirilen, gözyetim*] – Ýer üsti bilen asmanyň ähtimally birleşýän çyzygy. Tekiz relýefli ýerlerde ýa-da okeanlaryň üstünde *gorizont* dogry töwerek ýaly keşpde bolup, onuň diametri seredilýän nokadyň beýikligine baglylykda artýar. Tekiz ýeriň üstünde duran uly adamlar üçin gözyetimiň uzaklygy 4,5–5 km aralyga deňdir.

**Gorizonta surata almak** (Горизонтальная съемка) – topografiki surata almagyň bir görnüşi. Onuň kömegi bilen relýefiň beýiklik häsiýetleri görkezilmezden ýer üstüniň planly şekili döredilýär.

**Gorizonta burç** (Горизонтальный угол) – bir gapyrgadan çykýan iki wertikal tekizligiň arasynda emele gelen iki granly burç. Ol geodeziýada  $\beta$  (*beta*) harpy bilen belgilenilýär.



**Gorizont** (Горизонталь) [latyn – *horizontal- tekizlik*] – ýeriň üstünde birmeňzeş beýiklikdäki nokatlar toplumyny birleşdirýän ýapyk egri çyzyk.

**Gözyetimiň taraplary** (Стороны горизонта) – gözyetimiň dört sany (8 ýa-da 16) tarapy bar. Olar demirgazyk, *D (nord, N)*, günorta, *G (zýud, S)*, gündogar, *Gd (est, E* ýa-da *O)*, günbatar, *Gb (west, W)* ýaly aňladylýar. Eger-de biz ýüzümizi demirgazyga tutup dursak, onda biziň sagymyzda *gündogar*, arka tarapymyzda *günorta* we çepimizde *günbatar* ýerleşer.

**Gözyetimiň ugurlary** (Направления горизонта) – Jahanyň dört sany esasy ugry Demirgazyk (*Dg* ýa-da *N*), Günorta (*Go* ýa-da *S*), Gündogar (*Gd* ýa-da *E*), Günbatar (*Gb* ýa-da *W*) hasaplanylýar. Ata-babalarymyz gözyetimiň ugurlaryny başgaça hem atlandyrypdyrlar, ýagny demirgazyk ugra – *gaýra*, demirgazyk-gündogar ugra – *namaz arka*, gündogara – *ýokary*, günorta-gündogara – *guşluk*, günorta ugra – *ileri*, günorta-günbatar ugra – *kybla*, günbatar ugra – *aşak* we demirgazyk-günbatar ugra – *ogurja* diýipdirler.

**Gözçeni bilen surata almak** (Глазомерная съёмка) – ýer üstüniň planly ugrunyň ýa-da ýer böleginiň (uçastogunyň) ýeňil planşet, kompas we nyşanalaýjy çyzgyyň kömegi bilen topografiki surata alynmagy.

**Gradus** (Градус) [latyn – *graduse – ädim, basgançak*] – tekiz burçlaryň ölçeg birligi. Wawilon alymlary Gün gündizine «180° ädim ädýär» diýip hasaplapdyrlar. Bu ýagdaýda Günün bir gije-gündizdäki ädimi 360° bolýar. Olar tegelegi 360 bölege bölýärler. Ptolemeý *gradusy* «°», minudy bir ştrih «'» we sekundy iki ştrih «"» bilen bellemegi teklip edipdir. Lukman hem-de matematik **Pelete** (1558 ý.) ülsün 1/60 bölegini °, ', " arkaly belgiläpdir, emma taryhy maglumatlardan ugur alsak, onda gradusy, minudy, sekundy we tersiýany ilkinji bolup *Merkezi Aziýanyň görnükli alymy Musa Al-Horezmi* esaslandyrypdyr. Ol ekliptikany 12 sany bellige, her bir belligi 30°-a, gradusy 60 minuda, minudy 60 sekunda, sekundy bolsa 60 tersiýa bölmeği teklip edipdir.

**Grawirlemek** (Гравирование) [fransuz – *graver - çuňlanan*] – agaja, metala ýa-da daşa ýer üstüniň relýefini we sudurlaryny geçirmek maksady bilen el ýa-da grawirleýji stanoklarda kesilip çyzylýan usul.

**Grawimetriki surata almak** (Гравиметрическая съёмка) [latyn - *gravis we metreo - agyrlyk ölçeýäriň*] – berlen nokatlarda agyrlyk güýjüniň beýiklik boýunça ýaýramak potensialyny ölçeýän geodeziki surata almagyň usuly.

**Günorta çyzygy** (Линия равноденствия) – gözyetim tekizligindäki dik duran agajyň, kakylan gazygyň we adamyň kölegeleriniň gün orta (günortan) bolandaky çyzygy (ugry). Bu ýagdaýda kölege geografiki

meridianyň ugry bilen gabat gelýär. Bu bolsa Günüň iň ýokarky kulminasiýa nokady bolýar.

**Gündogar** (Восток) – asman ekwatory bilen matematiki gorizontyň keşişme nokady (gündogar nokady). Ol ýüzüni demirgazyga tutan gözegçiniň sagynda, demirgazyk we günorta nokatlaryň ortasynda ýerleşen ugurdyr.

**Günorta** (Юг) – dünýäniň Günorta polýusyna ýakyn bolan asman meridiany bilen matematiki gorizontyň keşişme nokady (günorta nokat). Ol *G* ýa-da *S* (nem. *Sud* we iňlis. *South*) harplary bilen belgilenilýär.

**Günorta polýus** (Южный полюс) – Ýeriň aýlanýan okunyň, onuň Günorta ýarymşarynyň tekizligi bilen keşişmegi netijesinde alnan nokady. Günorta polýus Antarktidanyň Polýar platosynyň çäginde 2800 metr beýiklikde ýerleşýär. Günorta polýusa dünýäde ilkinji bolup, 1911-nji ýylda **R. Amundseniň** ýolbaşçylygyndaky norwegiýa ekspedisiýasy barypdyr.

**Inwar** (Инвар) [latyn – *invariabilis* – *durnukly, üýtgemeyän*] – ýeriň üstündäki çyzyklaryň uzynlyklaryny *1:500000* – *1:1000000* takyklykda ölçemegi üpjün edýän geodeziki gural.

**Klas** (Класс) [latyn – *classis* – *başgançak, dereje*] – ýeriň üstüniň dürli ölçegleriniň, geodeziki gurallaryň takyklygyna baglylykdaky toparlary.

**Kompas** (Компас) [latyn – *eridia* – *ölçeyärin*] – magnit meridianynyň ugruny görkezýän gural. *Kompaslaryň* iki hili görnüşi durmuşda ulanylýar:

1. Magnitli kompasda magnitlenen diliň ugry magnit meridianynyň ugruna ýerleşýär. Ýeriň üstünde geografiki meridianyň ugruny kesgitlemek üçin şol ýeriň magnit diliniň gysarma burçuny bilmek zerur.

2. Mehaniki ýa-da giroskopiki kompaslarda ugur erkin asylan maýatnigiň mahowiginiň aýlanmak gurluşyna esaslanýar. Bu aýlanma, öz gezeginde, maýatnigiň aýlanma okuny belli bir ugurda saklaýar. Girokompaslary hereket edýän serişdelerde, awtomobillerde, tanklarda, uçýan serişdelerde, ýüzýän gämilerde we ş.m. ornaşdyrýarlar.

**Komponirlmek** (Компонирование) [latyn – *componere* – *aýratyn böleklerden bir bütewi eser*] – düzülýän kartanyň nusgasynyň (elementleriniň) berlen çyzgy kagyzyňa görä amatly ýerleşdirilmegi.

**Komparirlmek** (Компарирование) [latyn – *comparator* – *deňeşdiriji*] – işçi polat lentanyň uzynlygyny barlamak maksady bilen geçirilýän iş.

**Koordinatalar** (Координаты) [latyn – *co* we *ordinatus* – *bilelikde tertipleşdirilen*] – nokadyň ýagdaýyny tekizlikde we giňişlikde kesgitlemäge mümkinçilik berýän ululyklar.

**Krasowskiniň ellipsoidi** (Эллипсоид Красовского) – *F. N. Krasowskiniň* 1940-njy ýylda *A.A. Izotowyň* gatnaşmagynda, geçirilen gradus ölçegleriniň netijesinde kesgitlän Ýer ellipsoidi. Referens-ellipsoidiň ölçegleri: uly ýarymoky (ekwatoryň radiusy)  $R_{ekwator} = 6378245 \text{ m}$ , polýar gysylmasy  $a/298,3$ , Ýeriň radiusy  $R=6371,116 \text{ km}$ , ýer üstüniň meýdany, takmynan,  $P \approx 510 \text{ mln km}^2$ , göwrümi, takmynan,  $V \approx 1,083 \text{ mlrd km}^3$  baha deňdir.

**Kroki** (Кроки) [fransuz – *croquis* – ýer üstüniň çalt düzülen çyzgysy] – ýer üstüniň böleginiň wajyp elementleri suratlandyrylan, gözçeni bilen surata almak netijesinde ýerine ýetirilen çyzgysy. Bu söz abrisiň bir manysydyr (*ser. Abris*).

**Kwadrat** (Квадрат) [latyn – *quadratus* – deňtaraply dörtburçluk] – ýeriň üstündäki sudurlary suratlandyrmakda ulanylýan geometriki şekil. Ähli taraplary deň bolan gönüburçluk.

**Kwazigeoid** (Квазигеоид) [latyn – *kuasi* – meňzeş, ýakyn] – görnükli rus alymy *K.S. Molodenskiý* özüniň birnäçe ýyllaryň dowamynda alyp baran ylmy işleriniň netijesinde ýokary geodeziýanyň esasy wezipesi, ýagny geoidiň keşbini kesgitlemek däl-de, Ýeriň grawitasion meýdanyny we tebigy üstüni öwrenmegiň gerekdigini görkezdi. Ýeriň tebigy üstüni öwrenmek üçin ol geoidiň keşbine ýakyn gelýän **kwazigeoid** diýlip atlandyrylýan kömekçi üsti teklipe etdi. Okeanlaryň üstünde geoid bilen *kwazigeoidiň* üstleri biri-birine laýyk, emma gury ýerde olar tapawutlanýarlar. Tekizliklerde olaryň arasyndaky tapawut birnäçe santimetr, pes daglyk sebitlerde iň köpi 1 metre çenli, beýik daglyk sebitlerde 2 metre çenli bahalary alýar. Şonuň üçin geodeziýada körçülikleýin meseleleri çözmekde geoidiň we *kwazigeoidiň* üsti biri-birine gabat gelýär diýlip kabul edilen.

**Limb** (Лимб) [latyn – *limbus* – töwerek] – burç ölçeýji gurallaryň esasy bölegi. Ol  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a (böleklere bölmek wertikal tegeleklerde başga hili bolmagy hem mümkin) çenli böleklere bölünen, demirden ýa-da aýnadan ýasalan tegelek guraldyr. Häzirki zaman gurallarynyň gorizonta we wertikal tegelekleriniň *limbleriniň* kämilleşmeginde dünýä meşhur, *Merkezi Aziýanyň alymlary Musa al-Horezminiň, Habaş hasapçynyň, Abu Reýhan Birunyň, Omar Haýýamyň* we ş.m. goşantlary diýseň uludyr.

**Magnit azimuty** (Магнитный азимут) – berlen nokadyň üstünden geçýän magnit diliniň demirgazyk ugrundan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizonta burç. Ol  $0$ – $360^\circ$ -a çenli sagat diliniň ugruna üýtgeýär we  $M_a$  harpy bilen belgilenilýär.

**Magnit polýusy** (Магнитный полюс) – bu erkin magnit diliniň ýeriň üstünde wertikal ýagdaýda duran nokatlary (Demirgazyk we Günorta magnit polýuslary tapawutlanýar). Bu proses adatdan daşary (anomaliýaly) sebitler göz önüne tutmazdan alynýar. Adatdan daşary sebitler bu demir magdanlaryň çykýan ýerleri, ýokary naprýaženiýaly elektrik çyzyklarynyň geçýän ýerleri we ş.m.

**Magnit ekwatory** (Магнитный экватор) – ýeriň üstünde magnit diliniň guşarma burçunyň nola deň bolan geometriki nokatlar toplumunyň ýeri.

**Magnit diliniň guşarma burçy** (Склонение угла магнитной стрелки) – berlen çyzygyň azimuty bilen magnit azimutunyň arasyndaky tapawut (nokadyň üstünden geçýän geografiki we magnit meridianlarynyň arasyndaky tapawut). Bu guşarma geodeziýada  $\delta$  (*kiçi delta*) harpy bilen belgilenilýär. Haçan-da magnit meridiany geografiki meridiandan sagda ýatsa, onda burç gündogar we goşmak (+), tersine çepde bolsa, onda burç günbatar we aýyrmak (–) bahalaryny alýar.

**Magnit meridiany** (Магнитный меридиан) - gorizontal we wertikal tekizlikler kesişip, magnit diliniň polýusunyň üstünden geçende alnan çyzyk (ugur). Kartada ony dil (peýkam) bilen belgileýärler. Gözegçiliklerden belli bolşy ýaly, Ýeriň magnit polýusy hemişelik däl, ol ýyl-ýyldan üýtgeýär. Ýeriň magnit polýusy bir ýylyň dowamynda *16 mile (25,747 km-e)* çenli üýtgeýär. Häzirki wagtda Demirgazyk polýus Kanada arhipelagyň adalar toparynyň demirgazygynda Prins Uels adasynyň kenarynda ýerleşýär. Onuň geografiki koordinatalary  $74^{\circ}00' D$  (demirgazyk) giňlige we  $99^{\circ}30' Gb$  (günbatar) uzaklyga deňdir. Günorta magnit polýusy *Antarktidada, Korol Georg 5 adasynyň kenarynda* bolup, onuň geografiki koordinatalary:  $68^{\circ}32' G$  (günorta) giňlige we  $145^{\circ}31' Gd$  (gündogar) uzaklyga deňdir.

**Maksimum** (Максимум) [latyn – *maximum* – *has uly*] – geodeziýada we kartografiýada iň uly ululyk, aňryçäk möçber.

**Marka** (Марка) [nemes – *marke* – *guýlan tagma, möhür*] – ýeriň üstünde beýikligi belli bolan, geodeziki belgiler bilen berkidilen niwelirmek punkty.

**Markşeyderiýa** (Маркшейдерия) [nemes - *mark* we *scheiderei* - *araçägi bölýärin*] – geodeziýanyň dagda ölçegleri geçirmegi öwredýän pudagy.

**Marsrut** (Маршрут) [nemes – *marschroute*, fransuz – *marche* – *ýörelge, öňe tarap hereket*] – saýlanylyp alynýan ugur.

**Masştab** (Масштаб) [nemes – *Maß* we *stab* – *ölçeg taýajygy*] - kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň (*sm*-de ýa-da *mm*-de), ýerdäki şol çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygy (*S, metrde*). *Masştab*, başgaça aýdylanda, şekillendirilýän ýer böleginiň näçe esse kiçelýändigini görkezýän san bahasy.

**Masštabyň takyklygy** (Точность масштаба) – kartanyň masštabyňa baglylykda, 0,1 mm-e (nazary) ýa-da 0,2 mm-e (amaly) düşýän grafikli san bahasy. Meselem, 1:10000 masštably kartanyň takyklygy 1 sm –100 metr, 1 mm – 10 metr we 0,1 mm – 1 metr (çäkli), emma 2 sm – 200 metr; 2 mm – 20 metr we 0,2 mm – 2 metr grafiki takyklyk bolar (ser. **Masštab**).

**Metr** (Метр) [grek – *metreo* – ölçeyärin] – uzynlyk ölçeg birligi. Ony dünýäde ilkinji bolup fransuz alymy **Žan Batist Žozef Delambr** hasaplapdyr. Onuň hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň bahalary häzirkiki wagtda taryhy ähmiýete eýedir. Ž. Delambr Ýer ellipsoidiniň elementlerini kesgitlemek bilen, uzynlyk ölçeg birligi bolan metriň bahasyny hem alypdyr. **Delambryň ellipsoidinde** ekwatorдан polýuslara çenli aralyk 10000 kilometre deňdir, çünki munda çärýek meridianyň 10000000 bir bölegi (1/10000000) 1 metre deň diýlip kabul edildi.

**Metod** (Метод) [grek – *methodos* - usul, hereket etmegiň görnüşi] – ýeriň üstüni surata almagy we başga kartografiki işleri ýerine ýetirmegiň usuly.

**Minimum** (Минимум) [latyn – *minimum* – iň kiçi] – iň kiçi ululyk, iň az möçber.

**Minut** (Минута) [latyn – *minuta* – örän az] – burç gradusynyň ýa-da sagadyň 1/60-dan bir bölegi. Burçlary we wagty ölçemegiň birligi.

**Mikrometr** (Микрометр) [grek – mikros - kiçi] – geodeziki gurallaryň öwrüji we göteriji nurbatларыny esaslandyryjy serişde.

**Mikrorelýef** (Микро рельеф) [grek – mikros we *relyef* – relýefiň kiçi görnüşi] – ýer üstüniň relýefini suratlandyrmagyň has anyklaşdyrylmagy (takyklaşdyrylmagy).

**Niwelir** (Нивелир) [fransuz – *niveler* – tekizlemek, tekizlik] - ýeriň üstündäki nokatlaryň beýikligini we beýgemesini kesgitlemek maksady bilen ulanylyan geodeziki gural. *Niweliriň* esasy bölekleriniň biri hem görüş trubasydyr. Ol tegelek we silindrik urowenleriň (derejeleriň) kömeği bilen takyk gorizontал, ýagny asma çyzyga perpendikulýar ýagdaýda ornaşdyrylýar. Niwelirlemegiň birnäçe görnüşi bar. Olardan: *gidrostatiki, geometriki, trigonometriki, barometriki, mehaniki* we ş.m. görnüşleri durmuşda ulanylýar. Geometriki niwelirlemegiň iki hili: «öňe» we «ortadan» niwelirlemek usullary ulanylýar.

**Niwelir tory** (Нивелирная сеть) – ýeriň üstündäki nokatlaryň toplумы bolup, olaryň beýiklikleri niwelirlemek ýoly bilen kesgитленилendir we ýeriň üstünde reperler we markalar bilen berkidilendir.

**Nol** (Ноль) [latyn – *nullus* - *hiç zat*] – islendik  $a$  san üçin  $a+0 = 0+a = a$  häsiyeti bolan san. Nol araplarda *sifr* (boş), hindilerde bolsa *sunia* (boşluk) diýlip atlandyrylýar.

**Obýekt** (Объект) [latyn – *obgektum* – *aňymyza bagly bolmazdan bar bolan ýerli zatlar*] – giňişlikdäki nokatlaryň toplumu. Olar anyk maksatlar üçin bitirýän hyzmatlarynyň (funksional) meňzeşligi boýunça birleşdirilendir.

**Obýektiw** (Объектив) [latyn – *objektivus* – *predmetli*] – geodeziki gurallaryň görüş trubalarynyň linza we linzalar sistemasynyň esasy bölegi.

**Ordinata** (Ордината) – gönüburçly koordinatalar sistemasyna otnositelikde tekizlikde (giňişlikde) nokadyň ýagdaýyny kesgitleýän iki (üç) ululygyň biri. Geodeziýada ordinata okunyň ugry parallelleriň ugry bilen gabat getirilýär (*ser. Koordinata*).

**Oriýentirlenmek** (Ориентирование) [latyn – *oriens* – *gündogar*] – munuň özi berlen çyzygyň ugrunyň (ýerdäki ýa-da plandaky, kartadaky), başlangyç ugra otnositelikde kesgitlenmegi. Sözün manysy gadymy döwürde kartalar düzülende esasy ugur hökmünde gündogar ugrunyň alynmagy bilen baglanyşykly.

**Okulýar** (Окуляр) [latyn – *ocularis* – *gözli seretmek*] – görüş trubasyynyň linzalar sistemasynyň bir görnüşi.

**Otnositel beýiklik** (Относительная высота) – ýeriň üstünde haýsy hem bolsa bir nokadyň absolýut beýikliginiň, beýleki nokada otnositelikde tapawudunyň geçirilmegi netijesinde alynýar.

**Perpendikulýar** (Перпендикуляр) [latyn – *perpendicularis* - *asma çyzyk*] – berlen göni ýa-da tekizlik bilen göni ( $90^\circ$ ) burç emele getirýän asma çyzyk.

**Piket** (Пикет) [fransuz – *piquet* – *berkidilen nokat*] – geodeziýada ýeriň üstünde gazyklar bilen berkidilen nokat.

**Piketaž** (Пикетаж) [fransuz – *piquetage*] – ýeriň üstünde geometriki niwelirlemegi geçirmekde nokatlary saýlamak we olaryň gazyklar bilen berkidilmegi.

**Piketaž žurnaly** (Пикетажный журнал) – geometriki niwelirlemegi geçirmekde, ýeriň üstünde geometriki niwelirlemegi geçirmek maksady bilen kesgitlenen aralyklar bölünen we üstüň takmynan uly masştably, gözçeni bilen alnan, häsiýetli nokatlary görkezilen, millimetr kagyzynda takmynan çyzylan plany.

**Poligon** (Полигон) [grek – *polygonos* – *köp burç*] – kompýuterde ýer üstüniň elementleriniň wektor topologiki düşünilmegi (kabul edilme-

gi) bolup, ol ýapyk uzygiderli dugalaryň esasynda emele gelen içki sebitdir (ýaýlymdyr).

**Profil** (Профиль) [latyn – *profilo* – *sudury, meňzeşligi*] – ýer üstüniň kese kesiginiň wertikal ugurda kiçeldilip, tekizlikde görkezilen şekili.

**Prosent** (Процент) [latyn – *pro we centro* – *ýüzden bir bölek*] – haýsy hem bolsa bir ululygyň ýüzden bir bölegi. Bu ululyk ilkibaşda pul gatnaşygy esasynda ýüze çykydyr.

**Punkt** (Пункт) [latyn – *punct* – *deşilen, dürtülen*] – ýeriň üstünde geodeziki belgiler bilen berkidilen, onuň planly, planly-beýiklik ýa-da beýiklik ýagdaýy belli bolan nokat.

**Radiogeodeziki sistema** (Радиогеодезическая система) [latyn – *radiare we locatio* – *ýerleşdirmek, ýerleşmek*] – ýeriň üsti surata alynýan wagtynda nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemek üçin ulanylýan radiotehniki gurluşlaryň toplumu. Bu bolsa aerofotosurata almakda ýeriň üsti fotografirlenilýän wagtynda geografiki (geodeziki) koordinatalary belli bolan nokatlardan uçara çenli aralyklar radio uzaklykölçeýjileriň kömegi bilen alynýar.

**Radiokompas** (Радиокompас) [latyn – *radiare we kompas-ugrukdyrylan antenna radio kabul ediji gurluş*] – uçaryň, gäminiň we ş.m. ugruny tolkun goýberiji radiostansiýa baglylykda kesgitleýän gural.

**Radiolokasiýaly surata almak** (Радиолокационная съёмка) [latyn – *locatio - ýerleşdirmek*] – uçýan serişdelerde ornaşdyrylan radiolokasiýaly enjamlarda alnan ýer üstüniň şekili. Bu surata almak çylşyrymly howa şertlerinde obýektleri öwrenmek maksady bilen, günüň islendik wagtynda geçirilip bilner (adatça, gar, ösümlükler, ýumşak galyndylar we ş.m. bilen örtülen ýerleri öwrenmekde ulanylýar).

**Radius** (Радиус) [latyn – *radius* – *şöhle, tigriň çekeri*] – töweregiň (sferanyň) nokadyny onuň merkezi bilen birleşdirýän kesim.

**Referens-ellipsoid** (Референс – эллипсоид) [latyn – *referre* – *habar bermek*] - geodeziki ölçegleri geçirmek üçin kesgitlenilen koordinatalar sistemasy bolan Ýer ellipsoidi. Her bir döwletde topografiýa-geodeziýa işlerini geçirmek üçin belli ululykdaky Ýer ellipsoidi kabul edilen. *Biziň Garaşsyz, Bitarap Türkmenistan Diýarymyzyň çägi üçin F.N. Krasowskiniň ellipsoidi kabul edilendir.*

**Relýef** (Рельеф) [fransuz – *relief*, italyan – *relievo* – *tekizlikdäki güberçek şekil*] – ýer üstüniň tekiz dälligi, beýikli-pesli görnüşi.

**Rekognossirlemek** (Рекогносцировка) [latyn – *recognos-cere* – *se-retmek, gözegçilik etmek*] – surata almagy geçirmezden önürti şol ýer bilen tanyş bolmak we öwrenmek prosesi.

**Ruletk** (Рулетка) [fransuz – *roulette* – *aýlamak, açmak*] – ýerdäki berlen çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek maksady bilen ulanylýan geodeziki gural.

**Rumb** (Румб) [grek – *rhombos* – *töwerek boýunça hereket*] – demirgazyk ýa-da günorta ok meridianyndan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizonta burç. 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 rumb** diýilýär. I çäryekte çyzygyň ady *demirgazyk-gündogar* (*DGd*), II çäryekte *günorta-gündogar* (*GGd*), III çäryekte *günorta-günbatar* (*GGb*) we IV çäryekte *demirgazyk-günbatar* (*DGb*) diýlip atlandyrylýar. *Rumbuň* çäryekler boýunça bölünişiniň meteorologiýada 8, 16 we 32 ugur boýunça alnyşy hem bardyr.

**Sanly masştab** (Численный масштаб) – sanawjyda *bir*; maýdalawjyda bolsa *tegelek sanlar* görnüşinde kartada ýa-da planda alynýar. 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 bolsa planyň ýa-da kartanyň bir santimetrinde ýerde şonça santimetriň bardygyny görkezýär.

**Santimetr** (Сантиметр) [latyn – *sentrum* we *metreo* – *ýüz ölçýäriň*] – uzynlyk ölçeg birligi. Sözüň sözme-söz terjimesi *metriň ýüzden bir üleş* diýmekdir.

**Seksiýa** (Секция) [latyn – *sectio* – *kesilen, bölünen*] – haýsy hem bolsa bir bitewi ululygyň (akabalaryň, geodeziki ýörelgäniň) bölekleri.

**Sekunt** (Секунда) [latyn – *sekinda* – *ikinji bölüniş*] – burç we wagt ölçeginiň birligi.  $1' = 60''$  1 minutda 60 sekunt (*s*) birligi bardyr.

**Sfera** (Сфера) [grek – *sphaire* – *asman, çäk*] – şaryň araçägi. Adalga *Platonyň, Aristoteliň* işlerinde duş gelýär.

**Sferoid** (Сфероид) [grek – *sphaire* we *eidos* – *süýndürilen togalak*] – ellipsiň kiçi okunyň daşyndan aýlanmagynda emele gelen geometriki şekil.

**Sirkul** (Циркуль) [latyn – *circulus* – *töwerek*] – kartadaky we plandaky kesimleriň uzynlyklaryny ölçemekde ulanylýan gural.

**Sistema** (Система) [grek – *sisthema* – *bütün, birleşdirilen, böleklerden düzülen*] – obýektleriň köplüginin çäginde oňa girýän deňsizlikleriň çözüwler köplükleriniň kesişmesi. Meselem, ýeriň üstünde ölçenilen gorizonta burçlar we kesimleriň uzynlyklary ýer üstüniň planyny almakda gönüden-göni sistemaly baglanyşykda bolýar.



**Skalýar** (Скаляр) [latyn – *scalaris* – *başgançak*] – diňe san bahasy bilen kesgitlenilýän ululyk.

**Stansiýa** (Станция) [latyn – *statio* – *durmak, asuda, duralga*] – geodeziýada gural bilen belli bir işi ýerine ýetirmek (menzula, taheometr, niwelir bilen surata almakda) üçin durlan nokat.

**Ştatiw** (Штатив) [nemes – *stativ*, latyn *stativus* - *berk direg*] – guraly ölçenilýän nokadyň üstünde berk saklamak üçin ulanylýan, ýygnaýan üç aýakly gural. Ol metaldan we gaty agaçdan ýasalan bolýar.

**Teodolit** (Теодолит) [(grek – *theoma* we *dolichos* – *uzaga seredyärin*)] – ýeriň üstünde gorizonta we wertikal burçlary ölçemekde ulanylýan esasy geodeziki gural. Teodolitler dürli gurluşly bolup, olar biri-birlerinden tapawutlanýarlar, emma olaryň ählisi hem görüş trubasyny, gorizonta we wertikal burçlary ölçemek maksady bilen, tegelekleri hasaba almak üçin optiki mikroskopy özünde jemleýärler.

**Teodolit bilen surata almak** (Теодолитная съемка) – ýeriň üstünde ölçeg lentasy bilen çyzyklaryň uzynlyklary, gorizonta burçlary teodolitiň gorizonta tegelegi bilen ölçenilýär. Bu usul bilen islendik görnüşli surata almagyň esasy döretmek bolýar. Şonuň ýaly-da inženerçilik mysallaryny çözmek maksady bilen, uly bolmadyk ýer bölekleriniň suraty alnanda ulanylýar.

**Territoriýa** (Территория) [latyn – *territorium*] – kesgitlenen araçäkli ýer üsti. Ol içki we daşky suwlary, olaryň üstündäki giňişligi öz içine alýan ýer bölegidir. Meselem, şäheriň, ýurduň territoriýasy.

**Transportir** (Транспортир) [latyn – *transportare* – *geçirmek*] – kartadan gorizonta burçlary ölçemek üçin niýetlenilen geodeziki gural.

**Trassa** (Трасса) [nemes – *trasse*] – kartada haýsy hem bolsa geçýän ugruň (ýabyň, turbaly geçirijiniň we ş.m.) görkezilmegi.

**Triangulýasiýa** (Триангуляция) [latyn – *triangulum* - *üçburçluk*] – meridianlaryň we parallelleriň ugry boýunça üçburçluklaryň toruny geçirmek bilen geodeziki toruň punktlaryny gurmak üçin döredilýän ulgam. Bu usulda zwenoda başlangyç we ahyrky üçburçluklaryň bazis çyzyklarynyň uzynlyklary hem-de gorizonta burçlar ölçenilýär.

**Trilaterasiýa** (Трилатерация) [latyn – *trilaterus* – *üç taraply*] – geodeziki torlary döretmekde ýanaşyk üçburçluklaryň zynjyryny meridianlaryň we parallelleriň ýany bilen geçirmek arkaly döredilýän ulgam. Triangulýasiýadan tapawutlykda, bu usulda diňe üçburçluklaryň taraplarynyň uzynlyklary ölçenilýär.

**Uzaklykölçeýji** (Дальномер) – dürli görnüşdäki geodeziki gural bolup, ölçeg lentasynyň ýa-da ruletkalaryň kömegi bilen çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemezden, gönüden-göni aralygy ölçemäge ýardam berýän gural. Uzaklykölçeýjileriň köpsanlysy geodeziki gurallaryň görüş trubalaryna ornaşdyrylýar we olara *optiki uzaklykölçeýjiler* diýilýär. Bu gurallar, öz gezeginde, iki görnüşli, ýagny hemişelik bazisli üýtgeýän burçly we hemişelik burçly üýtgeýän bazisli ýaly bolýar. Olaryň takyklygy  $1:100 - 1:5000$  aralyklarda alynýar. Häzirki zaman fiziki uzaklykölçeýjileri has ýokary takyklyk bilen çyzyklaryň uzynlygyny kesgitlemäge mümkinçilik döredýär. Olardan: *ýagtylyk, lazerli we radio tolkunlary bilen işleýän* görnüşler tapawutlanýar. Olaryň takyklygy  $1:500000$ -e çenli aralykdaky bahalary almaga mümkinçilik berýär.

**Wertikal burç** (Вертикальный угол) [latyn – *vertex* – *dikleyin*] – ýeriň üstündäki çyzyk bilen gorizontalk tekizligiň arasynda emele gelen burç. Ol geodeziýada  $v$  (*nýu*) harpy bilen belgilenilýär.

**Wernýer** (Верньер) – burç ölçeýji gurallarda limbden takyk hasap almagy üpjün edýän enjam (serişde). Ol fransuz alymy **P. Wernýeriň** (1580-1637 ýý.) ady bilen baglanyşyklydyr.

**Wizir** (Визир) [nemes – *Visier* – *seredýarin*] – giňişlikde haýsy hem bolsa ýerli predmetlere wizual seretmek maksady bilen, burç ölçeýji, uzaklykölçeýji ýa-da serediji gurallarda ulanylýan gurluş.

**Ýalňyşlyk** (Неувязка) – ululygyň ölçenilen bahasy bilen onuň hakyky bolmaly mukdarynyň arasyndaky tapawut. Meselem, dörtburçlugyň ölçenilen burçlarynyň jemi  $359^{\circ}59'$ , emma onuň bolmaly burçlarynyň jemi  $360^{\circ}$ -a deňdir. Iki bahanyň arasyndaky tapawut –  $0^{\circ}01'$  ( $\Delta\beta = 359^{\circ}59' - 360^{\circ} = 0^{\circ}01'$ ) burç ýalňyşlygy bolar.

**Ýeriň aýlanmasy** (Вращение Земли) – Ýer togalagynyň öz okunyň daşyndan günbatardan gündogara ýa-da Demirgazyk polýusdan seredende sagat diliniň hereketiniň garşysyna aýlanmagy (günüň dowamynda) netijesinde emele gelyär. Ýeriň öz okunyň daşyndan aýlanmagy gije we gündiziň emele gelmegini, ol bolsa günüň dowamlylygyny kesgitleýär. Ýeriň öz okunyň daşyndan aýlanmagy endigan geçmeýär. Bu bolsa Aýyň we Ýeriň dartyşma güýçleriniň emele getirýän gaýtgynlarynyň we daşgynlarynyň täsiri netijesinde, günüň dowamlylygy ýüzýlylyklaryň dowamynda zygyderli  $1-2$  ms (*mikrosekunt*) artýar, emma möwsümleýin üýtgemeleriň (ygallaryň ýagmagy we ş.m.), tektoniki hadysalaryň we beýlekileriň täsirinde ýylyň

dowamlylygy hem  $1-2\text{ ms}$  aralykda yrgyldaýar. Ýeriň aýlanma okunyň ýagdaýy Ýeriň geografiki polýuslarynda emele gelýän prosessiýa we nutasiýa hadysalaryna baglylykda üýtgeýär.

**Ýeriň magnit polýuslary** (Магнитные полюсы Земли) – ýeriň üstünde berlen nokatda erkin magnit diliniň werikal ýagdaýda ýerleşýän ýeri (anomaliýaly sebitleri göz önünde tutmazdan). Bu ýerlerde magnit kompasy gözýetimiň taraplaryna baglylykda oriýentirlenmäge ýaramsyzdyr. *Ýeriň magnit polýuslarynyň* koordinatalary 1980–1985-nji ýyllar aralygynda  $77^{\circ}43'$  demirgazyk giňlige,  $102^{\circ}48'$  günbatar uzaklyga we  $65^{\circ}05,8'$  günorta giňlige,  $139^{\circ}58'$  gündogar uzaklyga deň bolupdyr.

**Ýerli predmetler** (Местные предметы) – tebigat (derýalar, tokaýlar, orulýan ýerler we ş.m.) we adam zähmeti tarapyndan (ilatly ýerler, завод-fabrikler, turbaly geçirijiler we ş.m.) döredilen ýer üstüniň elementleri.

**Zenit** (Зенит) [arap – *zenith* – *ugry (kelläniň), ýoly*] – gözegçiniň süýr depesinde asman sferasyndaky nokat.

**Zona** (Зона) [grek – *zone* – *guşaklyk*] – ýeriň üstünde meňzeş tebigy şertler boýunça tapawutlanýan geografiki zona ýa-da umumy häsiýetleri (geodeziki, serhet, topçular we ş.m.) boýunça giňişlikde tapawutlanýan zolak, sebit, etrap.

## PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. – Aşgabat: Ylym, 2007.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhbelentligiň ýurdy. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Eserler ýygyndysy. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Döwlet adam üçindir. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. 8-nji tom, – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. 9-njy tom, – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2016.
7. Türkmen Bitaraplygy: parahatçylygyň we ösüşiň syýasaty. – Aşgabat, 2015.
8. Türkmen Bitaraplygy: parahatçylygyň we ösüşiň syýasaty. (Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň resmi çykyşlarynyň we ýüzlenmeleriniň ýygyndysy). – Aşgabat, 2015.
9. Täze müňýyllyga türkmen taglymaty (Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň BMG-niň Baş Assambleýasynyň 70-nji mejlisinde sözlän sözi). – Aşgabat, 2015.
10. Paýhas çeşmesi. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2016.
11. *Allakow M.* Geodeziýanyň esaslary. – Aşgabat: Gyzykly elektronika, 1998.
12. *Allakow M.* Topografiýada geodeziýanyň esaslary boýunça praktikum. – Aşgabat: Ruh, 1997.
13. *Allakow M.* Kartografiýanyň esaslary. – Aşgabat: Ylym, 2003.
14. *Allakow M.* Geodeziýada we kartografiýada ulanylýan Halkara adalgalaryň düşündirişli sözlügi. – Aşgabat: Ylham, 2007.
15. *Божок А. П. и др.* Топография с основами геодезии. – М.: Высшая школа, 1986.

16. *Вахрамеева Л. А.* Картография. – М.: Недра, 1982.
17. *Ворошилов А.П.* Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ. Учебное пособие. – Челябинск: АКСВЕЛЛ, 2007.
18. *Генике А.А., Побединский Г.Г.* Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп., – М.: Картгеоцентр, 2004.
19. *Господинов Г. В., Сорокин В. Н.* Топография. – М.: Недра, 1984.
20. *Смолич С.В., Верхотуров А.Г.* Инженерная геодезия. Чита: ЧитГУ, 2009.
21. *Селиханович В.Г., Козлов В.П., Логинова Г.П.* Практикум по геодезии: Учебное пособие / Под ред. Селиханович В.Г. 2–е изд., стереотипное. – М.: ООО ИД «Альянс», 2006.
22. *Серापина Б.Б.* Глобальные системы позиционирования: Учебное издание. – М.: ИКФ «Каталог», 2002.
23. Манухов В.Ф., Тюряхин А.С. Глоссарий геодезических терминов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 44 с.
24. *Маслов А. В.* Геодезия. – М.: Недра, 2006.
25. *Михаленко Е.Б., Загрядская Н.Н., Беляев Н.Д.* и др. Инженерная геодезия. Изд-во Политехн. ун-та, 2007.
26. *Михаленко Е.Б., Беляев Н.Д., Вилькевич В.В.* и др. Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы. Изд-во Политехн. ун-та, 2007.
27. *Михаленко Е.Б., Загрядская Н.Н., Беляев Н.Д.* и др. Инженерная геодезия. Изд-во Политехн. ун-та, 2006.
28. *Лысов Г. Ф.* Поверки и юстировки теодолида и нивелира в полевых условиях. – М.: Недра, 1978.
29. *Карсунская М.М.* Геодезические приборы: монография. – М.: Институт оценки природных ресурсов, 2002.
30. *Куштин И.Ф.* Геодезия: обработка результатов измерений / Учебное пособие. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2006.
31. *Клюшин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д.* Геодезия: Учебник для вузов / Под ред. Михелева Д.Ш. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
32. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. – М.: ЦНИИГАиК, 2004, с. 89.

33. *Рутов А. В., Спиридонов А. И.* Геодезические приборы используемые при крупномасштабных съемок. – М.: Недра, 1993.
34. *Федотов Г.А.* Геодезия. Учебник. – 2-е изд., исправл. – М.: Высшая школа, 2004, с. 463.
35. *Ермаков В.С., Михаленко Е.Б.* и др. Геодезия. Геодезические сети. Учеб. пособие. Спб.: СПбГПУ, 2003.
36. Геодезия и Системы спутникового позиционирования Чернявский С.М. Учебно-полевая практика по инженерной геодезии: учебное пособие. – Киров: Вятский государственный университет, 2010. – 149 с.
37. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. ГКИНП (ГНТА)-03-010-02. – М.: ЦНИИГАиК, 2003. – 135 с.
38. INTERNET ulgamyndan alnan maglumatlar.

## MAZMUNY

### GEODEZIÝA BARADA UMUMY MAGLUMAT

1. Umumy düşünje .....	7
2. Geodeziýanyň beýleki ylymlar bilen arabaglanyşygy .....	10
3. Geodeziýanyň halk hojalygyndaky orny .....	12
4. Geodeziýa ylmynyň ösüş taryhy .....	14
5. Geodeziki işler we önümçilik prosesleri .....	30
6. Masştab barada düşünje .....	32
7. Karta, plan we profil barada düşünje .....	37
8. Ýer üstündäki ölçeg elementleri .....	39
9. Geodeziýada ulanylýan ölçeg birlikleri .....	41

### I. ÝERIŇ FORMASY WE ÖLÇEGLERI

1.1. Ýeriň ölçegleriniň kesgitlenişi .....	45
1.2. Ýeriň ölçeglerini kesgitlemegiň usullary .....	52
1.3. Ýer üstüniň bölekleriniň tekizlik hökmünde kabul edilen ölçegleri .....	57

### II. GEODEZIÝADA ULANYLÝAN KOORDINATALAR SISTEMASY

2.1. Nokadyň koordinatasy we geografiki koordinatalar sistemasy barada düşünje .....	61
2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi .....	67
2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinatalar sistemalary .....	69
2.4. Göni we ters geodeziki mysallar .....	74
2.5. Geodeziki we gönüburçly koordinatalaryň arasyndaky arabaglanyşyk .....	78
2.6. Halkara koordinatalar sistemalary .....	79

### III. GEODEZIKI TORLAR

3.1. Umumy düşünje .....	84
3.2. Ýerde geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek .....	85
3.3. Geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň usullary .....	89
3.4. Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlary .....	91

## IV. GEODEZİYADA ÖLÇEG İŞLERİ

4.1. Ölçeglerin görmüşleri we ýalňyşlyklar nazaryýeti .....	96
4.1.1. Umumy düşünje .....	96
4.1.2. Ölçeglerdäki ýalňyşlyklar .....	98
4.1.3. Deňtakykly ölçegleri matematiki hasaplamak .....	101
4.1.4. Deňdäl takykly ýalňyşlyklary matematiki hasaplamak .....	107
4.2. Analitiki torlary gurmagyň usullary .....	110
4.2.1. Plan almagyň ýörelgesini gurmak .....	110
4.2.2. Bir düwünli nokatdan surata almagyň toruny deňagramlaşdyrmak .....	111
4.2.3. Analitiki torlar .....	114
4.2.4. Geodeziki kesişdirmek usullary .....	116
4.3. Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemalary .....	122
4.3.1. Umumy düşünje .....	122
4.3.2. GPS serişdesiniň geodeziýada ulanylyşy .....	126
4.3.3. Hemraly WM-101, WM-102 GPS geodeziki serişdeleri .....	129
4.3.4. GPS serişdesiniň döremegine esas bolan baş pikir .....	130
4.3.5. Hemraly geodeziki ölçegleriň görmüşleri we usullary .....	140
4.3.6. Geodeziki surata almagy geçirmekde ulanylýan referens stansiýalary ..	144
4.4. Ýerde çyzygyň uzynlygyny ölçemek .....	149
4.4.1. Umumy düşünje .....	149
4.4.2. Çyzygyň uzynlygyny ölçemek .....	156
4.4.3. Fiziki uzaklykölçeýjiler .....	163
4.4.4. DISTOMAT uzaklykölçeýjileri we olaryň ulanylyşy .....	166
4.4.5. DISTO görmüşindäki lazer uzaklykölçeýjileri .....	169

## V. ORIÝENTIRLENMEK

5.1. Çyzygyň ýerdäki ugruny kesgitlemek .....	172
5.2. Azimut we direksion burç barada maglumat .....	176
5.3. Azimut, direksion burç we rumbuň arasyndaky arabaglanyşyk .....	179
5.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek .....	182
5.5. Bussol we onuň bilen çyzygyň magnit azimutyny ölçemek .....	185
5.6. Geodeziýada ulanylýan täze elektron kompaslar .....	187

## VI. ÝER ÜSTÜNIŇ PLANYNÝ ALMAK

6.1 . Ýönekeý plany almak .....	190
6.1.1. Umumy düşünje .....	190
6.1.2. Aralygy gözçeni bilen ölçemek .....	193
6.1.3. Surata almagyň usullary .....	197
6.1.4. Surata almagy geçirmek .....	203



6.2. Teodolit planyny almak.....	206
6.2.1. Umumy düşünje.....	206
6.2.2. Ýerde burçlary ölçmegiň prinsipi. Teodolit.....	209
6.2.3. Teodolitiň ornaşdyrylyş bölekleri.....	212
6.2.4. Teodolitiň işçi bölekleri.....	215
6.2.5. Teodolitleriň görnüşleri.....	218
6.2.6. Optiki we elektron teodolitler.....	219
6.2.7. Teodoliti ýustirowka etmek we sazlamak.....	226
6.2.8. Teodoliti iş ýagdaýyna getirmek.....	231
6.2.9. Gorizonta burçlary ölçemek.....	233
6.2.10. Wertikal burçlary ölçemek.....	238
6.2.11. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler.....	241
6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekte ölçeg işleri.....	245
6.2.13. Teodolit bilen surata almagyň materiallaryny hasaplamak.....	246
6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak.....	258
6.2.15. Poligonyň umumy meýdanyny kesgitlemek.....	264

## VII. TAHEOMETRIKI SURATA ALMAK

7.1. Taheometriki surata almagyň mazmuny. Ulanylýan gurallar.....	267
7.2. Nomogrammalý taheometrler.....	268
7.3. Taheometriki surata almagyň esaslary.....	274
7.4. Ýagdaýlaryň toplumyny we relýefi surata almak.....	277
7.5. Taheometriki surata almakda kameral işler.....	279
7.6. Taheometriki surata almakda kartografiki stoljygyň ulanylmagy....	282
7.7. Elektron taheometrler.....	283
7.8. 3Ta5 elektron taheometri.....	285
7.9. Elektron taheometriki surata almak.....	290
7.10. Stansiýalary erkin saýlamak bilen elektron taheometriki surata alyş.....	296
7.11. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak.....	300

## VIII. NIWELIRLEME

8.1. Umumy düşünje.....	306
8.2. Niwelirlemegiň görnüşleri.....	306
8.3. Geometriki niwelirlemegiň usullary.....	312
8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirlemek.....	317
8.5. Niwelirleriň görnüşleri.....	321
8.6. Niwelirlemekde işledilýän reýkalar.....	327
8.7. Niwelirli ýustirowka etmek we sazlamak.....	329

8.8. Profili gurmak üçin niwelirmek .....	332
8. 9. Keselikleri surata almak.....	339
8.10. Geometriki niwelirmegiň maglumatlaryny hasaplamak .....	340
8.11. Ýoluň (trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak .....	344
8.12. Taslamaly çyzygy profile geçirmek we taslamaly beýiklikleri hasaplamak.....	352
8.13. Toprak işleriniň görümini hasaplamak.....	356
8.14. Meýdany niwelirmegiň taslamasyny düzmek.....	358
8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirmek .....	360
8.16. Ýer üstüni magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda niwelirmek .....	362
8. 17. Niwelirmegiň netijelerine esaslanyp plany gurmak.....	363
8.18. Gorizontalk tekizligi proyektirmekde geodeziki hasaplamalar ...	371
Goşmaça. (Häzirki zaman geodeziki gurallary).....	377
Geodeziýada duş gelýän halkara adalgalar .....	402
Peýdalanylýan edebiýatlar .....	420

*Myrat Allakow*

# GEODEZIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>B. Hojadurdyýewa</i>
Teh. redaktor	<i>A. Nurýagdyýew</i>
Kompýuter bezegi	<i>H. Annamuhammedowa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>T. Babaýewa</i>

Çap etmäge rugsat edildi 07.05.2020.  
Ölçeği 60×90  $\frac{1}{16}$ , Times New Roman garniturasy.  
Çap listi 26,75. Şertli çap listi 26,75. Hasap-neşir listi 20,07.  
Neşir № 21. Sargyt № . Sany 800.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.  
744000. Aşgabat, 2011-nji (Azady) köçe, 61.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.  
744015. Aşgabat, 2127-nji (G. Gulyýew) köçe, 51/1.