

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLOGI

**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN
DÖWLET UNIWERSITETI**

MYRAT ALLAKOW

**GEODEZIÝANYŇ
ESASYNDA
TOPOGRAFIÝA**

AŞGABAT - 2010

“Geodeziýanyň esasynda topografiýa” atly okuw kitaby öz mazmunyna Ýeriň formasy we ölçegleri, geodeziýada ulanylýan koordinatlar sistemasyny, oriýentirlenmegi, topografiki kartalaryň geodeziki esaslaryny, topografiki kartalaryň matematiki esaslaryny, topografiki kartalaryna geografiki ýazgy bermegi, topografiki kartalary boýunça dürli görnüşli meseleleri çözmegi ýaly bölümleri alýar.

Bu okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň geografiýa hünäriniň talyplary üçin okuw kitabydyr. Emma, ondan kartografiýa, ekologiýa we meteorologiýa hünärleriniň talyplary, şeýle-de topografiki kartalary düzmek bilen meşgullanýan inžener-tehnikler peýdalanyp biler.

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

**Gurbanguly
Berdimuhamedow, Türkmenistanyň
Prezidenti**

SÖZBAŞY

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdumyzda ýokary we ýöriteleşdirilen okuw mekdeplerinde tebigy we tehniki bilimleriň öwredilişini dünýä derejesinde guramaklyga uly üns berýär. Geodeziýa, topografiýa we kartografiýa dersleri-de ýurdumyzda ylmy-tehniki ösüşi üpjün etjek esasy ugurlara degişli. Prezidentimiziň türkmen ylmyny we bilimini döwrebap ösdürmek üçin edýän tagallalary netijesinde, ýurdumyzyň ýokary okuw mekdepleriniň okuw maksatnamalarydyr kitaplary we gollanmalary ýazylýar. Ýurdumyň neşirýätlarynda ýokary okuw mekdepleri üçin niýetlenen täzeden – täze okuw kitaplary çap edilip degişli ýerlerine ugradylýar.

“Geodeziýanyň esasynda topografiýa” okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň “Daşky gurşawy öwreniş” hünäriň geçýän okuw maksatnamasy göz önünde tutulyp ýazyldy. Şeýle-de, ol Türkmen politehniki institutynyň **arhitektura we gurluşyk**, S. A. Nyýazow adyndaky oba hojalyk uniwersitetiniň **gidromeliorasiýa, agramomçylyk**, Türkmenistanyň ulag we aragatnaşyk institutynyň **ýol we aeroport gurluşyk** fakultetlerinde, şeýle-de, Türkmenabadyň Seýitnazar Seýdi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň **geografiýa** hünäri boýunça okaýan talyplara niýetlenilýär. Galyberse-de, Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň **Harby institutynyň, Harby akademiýasynyň** we

Türkmenistanyň içeri işler ministrliginiň **Polisiýa akademiýasynyň** talyplary üçin hem okuw gollanmasy bolup biler.

Golýazmany kämilleşdirmek üçin beren gymmatly maslahatlary üçin Türkmenistanyň S. A. Nyýazow adyndaky oba hojalyk uniwersitetiniň ýer gurluşyk kafedrasynyň müdiri **N. Altyýewe** we şu kafedranyň **uly mugallymy Ş. Hallyýewe**, Türkmen politehniki institutynyň inžinerçilik geodeziýasy kafedrasynyň **uly mugallymy P. Bäşimowa**, Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň türkmen dili kafedrasynyň **mugallymy, dosent, f.y.k. B. Weýisowa**, kartografiýa kafedrasynyň müdiri, **dosent, g.y.k. T. A. Babaýewa** öz minnetdarlygymyzy bildirýäris.

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

GIRIŞ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Topografiki planda nokadyň tekizlikdäki ýagdaýy, şeýle-de ýer üstüniň sudurlarynyň we nokatlarynyň şertli üstden ýokarda ýada aşakda ýerleşendigi berilýär.

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

Geodeziýanyň we topografiýanyň beýleki ylymlar bilen arabaglanyşygy. Geodeziýa tebigat, jemgyýetçilik ylymlary bilen arabaglanyşykda ösýär. Geodeziýa aýratynam kartografiýa ylmy bilen has ýakyn baglanyşyklydyr.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Geodeziýa ýeriň üstünde ölçeg geçirmegiň usullaryny işläp düzýär, ol Ýer gabygynyň hereketine we deformasiýasyna gözegçilik etmäge, ummanlaryň we deňizleriň kenarlarynyň araçäkleriniň hem-de suwunyň derejeleriniň üýtgeýşine gözegçilik etmäge, polýuslaryň

hereketlerini öwrenmäge we ş.m. inženerçilik meselelerini çözmäge ýardam berýär.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Astronomiýanyň ösmegi, ata-babalarymyzyň suwarymly ekerançylygy alyp barmagyna mümkinçilik beripdir. Oba hojalyk işleriniň tebigatyň möwsümleýin üýtgemelerine bagly bolmagy, Gün ýa-da Aý kalendarlarynyň zerurlygyny ýüze çykarypdyr. Kalendar düzmek, asman jisimleriniň görünýän hereketleriniň kanunalaýyklaryny bilmegi talap edýär. Ata-babalarymyz özboluşly kalendar ulgamlaryny düzüpdirler. Şeýle kalendarlary Aby Reýhan al-Biruny öz “*Geçen nesilleriň ýadygärlikleri*” atly işinde doly beýan edýär.

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

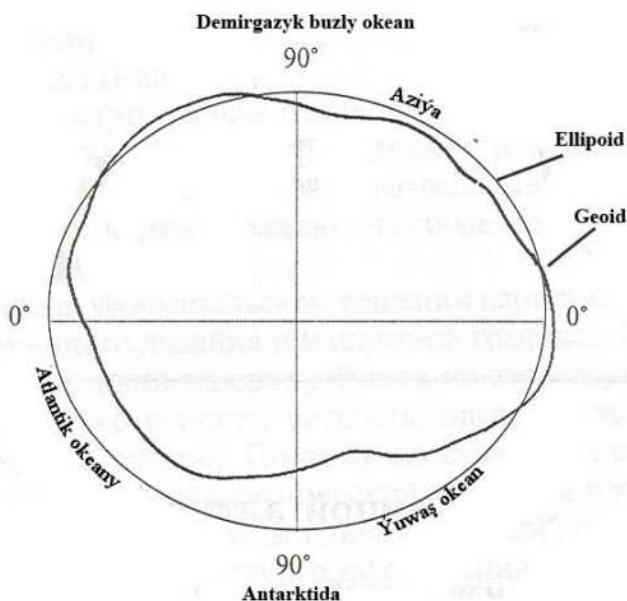
Taryhdan belli bolşy ýaly, biziň eramyzdan birnäçe asyr öňem gadymy **Müsürde Nil derýasynyň** kenar ýakasynda ekerançylyk bilen meşgullanypdyrlar.

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

1. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY

1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri

Kartografiýa işleriniň amalynda Ýeriň üsti ellipsoidiň (sferoidiň) aýlanma üsti hökmünde alynýar we ol öz gezeginde Ýeriň hakyky şekiline geoida has ýakyndyr. **Geoid** - bu okean suwlarynyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlykdaky ýagdaýynyň materikleriň aşagyndan dowam etdirilende alnan Ýeriň şekilidir. Ol grekçe “**Ýere meňzeş**” diýen ýaly manyny berýär (1.1-nji surat).



1.1-nji surat. Geoid bilen Ýer ellipsoidiniň meridional kesişmesi

Ýer ellipsoidiniň elementlerini köp ýurtlaryň alymlary dürli ölçegleriň netijesinde hasapladylar. Türkmenistanyň territoriýasy üçin geodeziki, topografiki, kartografiki we beýleki işler üçin görnükli rus alymy **F.N.Krasowskiniň ellipsoidi** alnandyr (1.2-nji surat). F. N. Krasowskiniň ellipsoidi demirgazyk ýarym şaryň

çäginde geoidiň üstüne has ýakyndyr we tapawut 40 m-den geçmeýär.

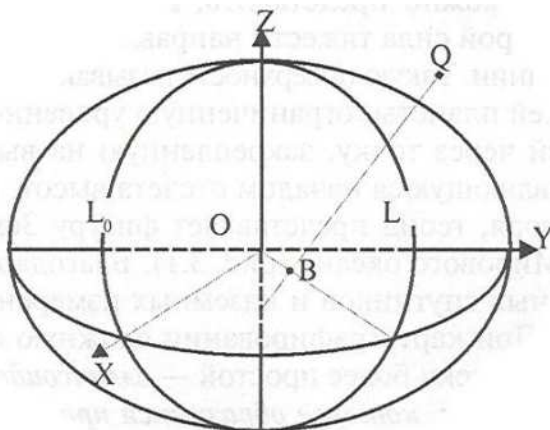
F.N.Krasowskiniň ellipsoidinde Ýeriň ölçegleri

uly ýarym oky $a = 6378245 \text{ m};$

kiçi ýarym oky $b = 6356863 \text{ m};$

Ýeriň *otnositel gysylmagy* $a = (a-b)/a = 1:298.3$

Ýeriň *radiusy* $R = 6371116 \text{ m} = 6371.116 \text{ km}$



1.2-nji surat. Ellipsoidiň aýlanmasy (B, L – geografiki koordinatlar, Q, L₀ – başlangyç meridian)

Kartalary, gös-göni ýerde surata almak bilen we surata alnan maglumatlardan peýdalanyň düzmek bolar. Muňa käbir ýöriteleşdirilen (tematik) kartalar degişli däldir, olar köplenç, statistik maglumatlary we edebiýat çeşmeleri esasynda gurulýar. Surata almak wagtynda ähli ýerdäki elementleriň karta dogry geçirilmegi üçin deň paýlanan nokatlaryň toplumy bilen doldurylýar. Olar öz gezeginde islendik görnüşli geodezik ölçegleri geçirmekde ýa-da kartany, plany we profili gurmakda esasy daýanç, ýagny direg nokady bolup hyzmat edýär. Olaryň ýagdaýy bütewi koordinatlar we beýiklik kadasynda kesgitlenendir. Olaryň kömegi bilen, kartada nokadyň gönüburçly, geografik koordinatlaryny we beýikligini kesgitläp bolar. Döwlet

geodezik daýanç punktlary boýunça Ýer üstüniň relýefini karta geçirip bolar.

1.1-nji tablisa

Esasy Ýer ellipsoidlary we olaryň parametrleri

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

1960-njy ýyllarda halkara astronomo-geodeziki guramasynyň beren maglumatlaryna görä Ýeriň parametrleri Awstraliýada, oňa ýanaşýan ýurtlarda we Günorta Amerikada ilkinji gezek ulanyldy. **GRS-67** (*Geodetic Reference System, 1967*) **WGS-72** (*World Geodetic System, 1972*) referens – ellipsoidleri has soňraky analog wariantlaryň görnüşleridir.

1.1-nji tablisadan görnüşi ýaly wagtyň geçmegi bilen ýeriň parametrleri bolan uly ýarym okuň we otnositel gysylmak koeffisiýentiniň bahalarynyň kesgitleniş takyklygy has-da ýokarlanýar. Häzirki döwürde Ýeriň parametrlerine has ýakyn takyk maglumatlar hökmünde **GRS-80** (*Geodetic Reference System, 1980*) Ýer ellipsoidi alýar. Bu ellipsoidiň ölçegleri Awstraliýa, Ýewropa, Demirgazyk we Günorta Amerikanyň ýurtlary, **WGS-84** (*World*

Geodetic System, 1984) bolsa, ABŞ-nyň global sistemasy hemraly pozisionirlemegiň ýardamynda dünýä möçberinde uly meşhurlyga eýe boldy. Edil şolar ýaly dünýä derejesinde meşhurlyga Rossiýanyň **ПЗ-90** (*Параметры Земли, 1990*) Ýer ellipsoidi hem alýar.

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

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

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

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

Bu parametrlər, şeýle-de WGS-84, ПЗ-90 we F. N. Krasowskiniň ellipsoidleri üçin üstleriň meýdanlary Türkmenistanyň territoriýasynda kartografiki we geodeziki işleri geçirmek üçin wajypdyr (1.2-nji tablisa).

1.2-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
α	1:298.257223563	1:289.257839303	1:298.3
e^2	0.006694379990	0.006694366193	0.006693421623
Meydany, mln km ²	510.065622	510.065464	510.083059

1.2. Ýer ellipsoidini şar bilen çalyşmak

Ellipsoidiň üstünde dürli görnüşli meseleleri çözmek üçin ägirt uly formulalary ulanmagy talap edýär. Şonuň üçin hem eger-de takyklyk mümkinçilik berse, ellipsoidi ýa-da onuň bölegini şar bilen çalyşmak mümkin. Bu çalyşma has-da kiçi masştably kartalaşdyrmak prosessinde görnükli duýulýar.

Ellipsoidi şar bilen çalşanda, ilki bilen gabat gelyän şaryň radiusyny saýlamak zerur we ellipsoidde giňlikden (B) we uzaklykdan (L) şaryň üstündäki giňlige (φ) we uzaklyga (λ) geçmek gereke. Şaryň üstündäki normal onuň radiusy bilen gabat gelyär. Şonuň üçin hem sferiki giňlik we uzaklyk aşakdaky ýaly kesgitlenilýär: ýagny, **giňlik** (φ) - bu berlen nokada ugrukdyrylan şaryň radiusy bilen ekwatoryň tekizliginiň arasynda emele gelen merkezi burçdyr; **uzaklyk** (λ) – bu berlen nokadyň üstünden geçýän meridian bilen başlangyç Grinwiç meridianynyň arasynda emele gelen iki granly burçdyr.

Köp ýagdaýlarda sferiki giňlik we uzaklyk ellipsoidiň üstündäki degişli giňlige we uzaklyga deň bolýar. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$\lambda = L; \varphi = B.$$

Planetany tutuşlugyna şar bilen çalşanda radius aşakdaky üç bahalardan ugur alynýar:

- şaryň radiusy ellipsoidiň üç ýarym oklarynyň ortaça bahasyna deňdir (iki ekwatorial a we bir polýar b);
- şaryň radiusynyň, onuň üstüniň meýdanynyň ellipsoidiň üstündäki meýdanyna deň bolar ýaly derejede alynmagy;
- şaryň radiusynyň, onuň göwrüminiň ellipsoidiň göwrümine deň bolar ýaly derejede alynmagy.

Ýokarda görkezilen üç elementiň ortaça bahasy 6371 km -e deňdir. Şular ýaly radiusly şar ölçegleri, üstüniň meýdany we göwrümi boýunça Ýer ellipsoidine örän ýakyndyr. Bu şarda ekwator bilen polýusyň meridianlarynyň dugasynyň tapawudy 5.5 km (0.05%) uzynrakdyr, emma ekwatoryň dördten bir bölegi 11.2 km (0.1%) bolup, ol ellipsoidden gysgarakdyr. Ýer ellipsoidi bilen şaryň

arasyndaky bu ýalňyşlyklar kiçi masştably geografiki kartalary düzmekde hiç hili täsir etmeýär.

Kartalary düzmekde azrak ýoýulmalar bolar ýaly ikilenç proyektirmek usulyndan peýdalanylýar. Bu bolsa ilki bilen ellipsoidiň üstüni şara, soňra bolsa şaryň üstüni tekizlige geçirýärler. Adatça, Ýer şaryny ellipsoidini olaryň meridianlarynyň tekizlikleri gabat getirilýär. Bu ýagdaýda sferiki uzaklyk (λ) ellipsoidiň üstündäki uzaklyk (L) bilen gabatlaşmalydyr. Sferiki giňligiň bahalary we şaryň radiusyny saýlamak ellipsoidde şaryň suratlandyrylyş usulyna baglylykda alynýar.

Deňburçly suratlandyrmak, haçan-da ellipsoidiň üstündäki burçy üýtgeşsiz şaryň üstüne geçirilse alynýar. Bu ýerde tükeniksiz kiçi konturlaryň formasy saklanylýar. Şaryň radiusy uly ýarym okuň (a) uzynlygyna deňleşdirilýär. Bu ýerde giňlik (φ) F. N. Krasowskiniň ellipsoidinde aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\varphi = B - 692.234'' \cdot \sin 2 \cdot B + 0.963'' \sin 4 \cdot B - 0.002'' \sin 6 \cdot B.$$

Uzynlygyň maksimal ýoýulmasy polýuslarda ýüze çykýar we 0.3 %-den geçmeýär. Ellipsoidiň we şaryň üstlerinde giňligiň iň uly tapawudynyň bolýan ýeri 45° -lyk parallel bolup, onuň bahasy $11'32.23''$ bolýar. Bu bolsa şaryň üstünde bu parallel ellipsoidiň üstü bilen deňeşdirende ekwatora tarap takmynan 21.4 km süýşýändigini aňladýar.

Deňululykly proyeksiýalarda ellipsoidiň üstüni suratlandyrmakda tükenüksiz kiçi konturyň meýdany üýtgedilmän berilýär. Radiusy şaryň üstündäki konturyň meýdany bilen ellipsoidiň üstündäki meýdanlaryň deň bolan şertlerinde hasaplanylýar. **F. N. Krasowskiniň** ellipsoidinde şular ýaly şaryň radiusy 6371.116 km-e deňdir. Bu ýagdaýda sferiki giňlik aşakdaky ýaly hasalanyp çykarylýar:

$$\varphi = B - 461.797'' \cdot \sin 2 \cdot B + 0.436'' \sin 4 \cdot B.$$

Uzynlygyň we burçlaryň maksimal ýoýulmalary ekwtoryň nokatlarynda ýüze çykýar we ol deňişlilikde 0.1% we $3.8'$ bahalary alýar. Giňligiň has köp ýoýulan sebiti hökmünde 45° -lyk parallelde

alýar we $7'43.08''$ baha deňdir. Şaryň üstündäki bu paralleller ekwatora tarap ugurda takmynan 14.3 km-e süýşýär.

Ellipsoidiň üstüni şaryň üstüne **deňaralyk** proyektirlemekde haçan-da şaryň üstündäki meridianlaryň uzynlygy ellipsoidiň üstündäki şol meridianyň uzynlygyna deň bolýar. Şaryň radiusy **F. N. Krasowski**niň ellipsoidindäki radiusa deň bolup, onuň bahasy 6367558.5 metr alynýar. Sferiki giňlik aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$\varphi = \frac{S_M}{R},$$

Bu ýerde S_M - meridianyň dugasynyň uzynlygy.

Eger-de ellipsoidiň üstündäki paralleli şaryň üstüne proyektirlemegi ellipsoidiň üstünde degişli bolan paralleliň uzynlygyna deň bolan ýagdaýynda alynsa, onda şaryň radiusy uly ýarym okuna (a) deň edilip alynýar. Bu ýagdaýda eferiki giňlik aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{1 - e^2} \operatorname{tg} B.$$

1.3. Türkmenistanyň geodeziki torlary

Türkmenistanyň koordinatlar sistemasy Döwlet geodeziki torlary (DGT) görnüşinde berilýar. Kesgitlenilýän nokadyň ýagdaýyny giňişlik göznüburçly koordinatlar ýa-da giňlik, uzaklyk we beýiklik görnüşinde referens – ellipsoidine degişlilikde, şeýle-de tekiz gönüburçly koordinatlar we beýiklik görnüşinde anyklamak mümkin.

Türkmenistanyň geodeziki torlary Goranmak ministrliginiň №5 kärhanasy tarapyndan gurulýar. Geodeziki torlar aşakdaky görnüşlerde berilýär:

- **ýerli torlar** haçan-da döwlet geodeziki torlary anyk topografo-geodeziki meseleri çözmek üçin ýeterlik bolmadyk ýagdaýynda döredilýär;

- **surata almak esasly** torlary topografiki surata almagyny geçirmek üçin gulluk edýär;

- **ýöriteleşme torlary** inženerli – tehniki meseleleri çözmek üçin ulanylýar. Ýöriteleşme torlaryna ýurduň territoriýasynda tektoniki aktiw sebitlerde döredilen geodinamiki poligonlaryny hem goşmak bolar. Bu punktlaryň koordinatlary we özara ýerleşmegi periodiki gaýtadan ýokary takyklykda ýer üstüniň dinamikasyny ýüze çykarmak üçin kesgitleýärler;

- **Okuw maksatly torlary** okuw – usulyýet meselerini çözmekde ulanylýar.

Türkmenistanyň geodeziki torlary: niwelirli, planly we giňişlik ýaly toparlara bölünýär. Olardan:

- **Niwelir torlary** beýikligi hasaba almagy fiksleýär (belleyär). Düzgün boýunça olary geometriki niwelirlemegiň, şeýle-de hemraly pozisionirmek usuly bilen kesgitlenilýär;

- **Planly torlar** ellipsoidiň üstünde (kartada) punktlaryň planly koordinatlaryny berkitmäge mümkinçilik berýär. Olar aşakdaky usullar bilen döredilýär:

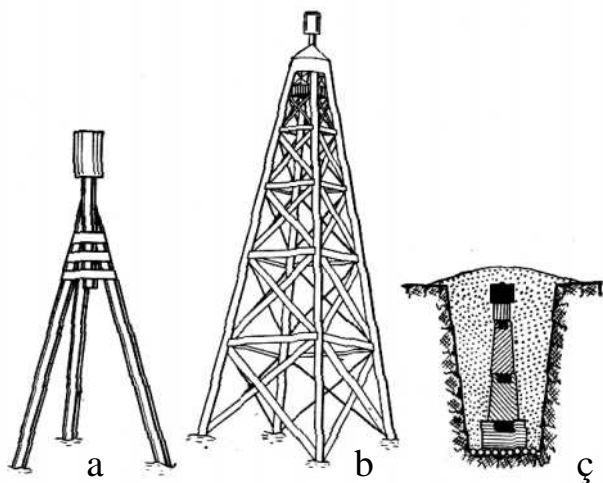
- *triangulyasiýa*, haçanda her bir punktda goňşy punkta tarap ugruň gorizental burçlary we punktlaryň arasyndaky aralyklar ölçenilýär;

- *poligonometriýa*, haçanda punktlaryň arasyndaky aralyklar we ýörelgäniň punktlarynyň arasyndaky gorizental burçlar ölçenilýär;

- *trilaterasiýa*, haçanda üçburluklarda diňe punktlaryň arasyndaky aralyklar ýokary takyklyk bilen ölçenilýär;

- *hemraly posionirlemegiň* kömegi bilen punktyň planly koordinatlary we beýikligi hemraly gözegçilikleriň netijesinde kesgitlenilýär.

- **Giňişlik torlary** kosmos geodeziýasynyň ýardamy bilen kesgitlenilýär. Her bir punkt öz gezeginde geosentiki koordinatlar sistemasynda ýagdaýyny kesgitleýän üç koordinatany saklaýar. Bu bolsa hemrasynda we ýeriň üstünde berkidip bilner. Diýmek pozisionirmek global sistemasyna girýän hemralar, şol bir wagtyň özünde geosentriki koordinatlary saklaýan geodeziki punkt bolup biler.



1.3-nji surat. Geodeziki bellik: a – ýönekeý piramida; b – çylşyrymly piramida; ç – bellikleriň ýer aşagydaki gurluşy.

Döwlet geodeziki planly punktlary has intensiw ýagdaýda **XX** asyryň

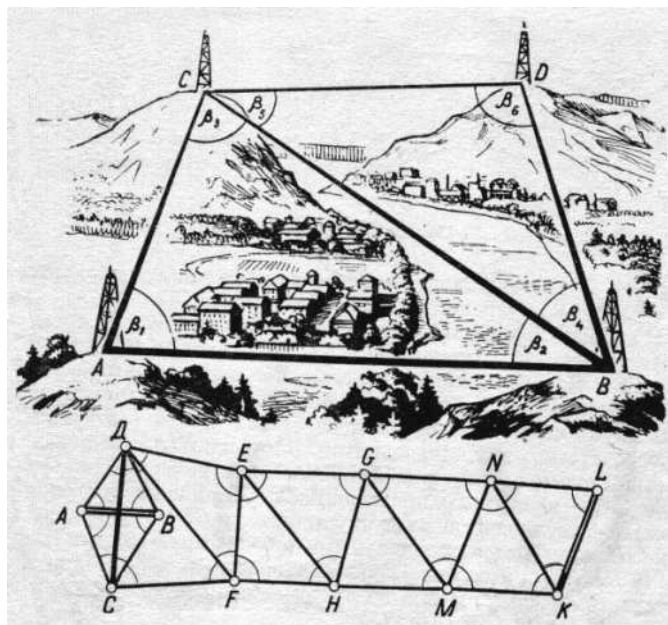
20-nji ýyllaryndan başlap has-da ösüp başlady we takmynan ýarym asyra golaý dowam etdi. Bu bolsa öz gezeginde görnükli rus alymy **F. N. Krasowskiniň** taslamasy esasynda amala aşyrylýar. Torlar özleriniň takyklygy boýunça esasy dört topara bölünýär we olar “*umumydan hususa*” diýen prinsip boýunça gurulýar. Ilki bilen berlen territoriýada takyklygy boýunça bütewi ýurduň territoriýasyna öz içine alýan **I** klasly, soňra bolsa ýuwaş-ýuwaşdan **II – IV** klasly torlar köpeldilýär.

I klasly tor zwenolardan ybarat bolýar. Zwenolar artykmaç meridianlar we parallelleriň ugruna tarap alynýar we üçburçluklaryň hatary ýa-da poligonometriýa ýörelgesi görnüşinde bolýar. Ortaça zwenonyň uzynlygy takmynan 200 km çäklerde, emma poligonyň perimetri, takmynan 800 km-e deňdir. Poligonyň depelerinde zwenolaryň birleşýän ýerlerinde üçburçluklaryň bazis çyzygyň uzynlygy we ahyrynda astronomiki giňlik, uzaklyk we azimut ýokary takyklyk bilen ölçenilýär. Zwenolarda goňşy punktlaryň arasyndaky aralyk 20 km-den az bolmazlyk şert bilen alynýar. Türkmenistanyň

territoriýasynda XX asyryň 70-nji ýyllarynda I klasly geodeziki torlar bilen doly ýapyldy (1.3-nji surat).

I klasly geodeziki tor pes II klasly triangulýasiýa ýa-da poligonometriýa geodeziki tory bilen örtülýär. II klasly geodeziki torlarda punktlaryň arasyndaky aralyklar 7-20 km çäklerde (ýer üstüniň relýefine we ýaşayşyň gürlüğine baglylykda) alynýar (1.4-nji surat).

I we II klasly döwlet geodeziki torlary geodeziki we astronomiki ölçegleriň netijesinde gurulyp, olar astronomo-geodeziki tory (AGT) döredýär. Olar öaz nobatynda GDA döwletleriniň territoriýasynda 164 müňe ýakyn punktlary emele getirýär. 1990-1991-nji ýyllarda bilelikde matematiki gaýtadan işlenilýär we AGT punktlary deňagramlaşdyrylýar.



1.4-nji surat. Triangulýasiýanyň çyzlyşy (shemasy).

III we IV klas geodeziki torlar AGT-y köpeltmek maksady bilen ulanýarlar.

Döwlet geodeziki daýanç torlary mahsus maksatnamalaryň esasynda döredilýär, olar dürli masştabdaky topografik kartalary almakda daýanç gapyrgalary bolup hyzmat edýär. Ýurdumyzyň halk hojalygynda dürli ylmy-amaly meseleleri çözmekde hem döwlet geodezik daýanç torlaryna daýanylýar. Meselem, Ýeriň şekilini we ululygyny, Ýer gabygynyň hereketini, okeanlaryň we deňizleriň suwunyň üst derejesiniň tapawudyny we başgalar öwrenilende geodezik daýanç torlarynyň netijelerinden peýdalanylýar. Uly ýokary takykly inženerçilik binalaryň (gurluşyklaryň) taslamalary ýere, geodezik daýanç torlaryna esaslanyp geçirilýär.

Döwlet geodezik daýanç torlary ýurdumyzyň islendik ýerinde bir-birine bagly bolmazdan, islendik wagtda ýa-da bir wagtyň özünde planlary we kartalary almaga we ölçeglerde emele gelen ýalňyşlyklary azaltmaga, islendik işleriň nähili takyklykda geçirilenligini barlamaga, ähli ölçeg işlerini täze döwlet geodezik kadasyna geçirmäge ýa-da birleşdirmäge mümkinçilik berýär (1.3-nji surat).

Köpeldilen geodezik torlar 1:500 - 1:5000 masştably topografik planlary hem-de gurluşyk geçirilýän meýdanlarda ýerine ýetirilýän geodezik işleri almak üçin esas bolup hyzmat edýär.

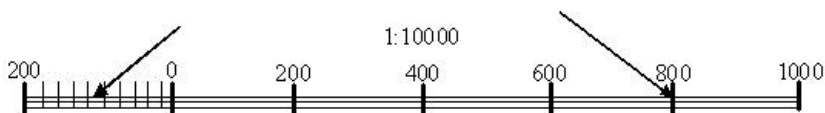
Surata düşürmek esasly torlar islendik masştabdaky planlary we kartalary almak üçin hyzmat edýär. Bu torlary döretmek üçin teodolit, menzula, geometrik tory, göni we ters geodezik kesişdirmek usullaryndan peýdalanylýar.

Döwlet geodezik punktlary: *planly*, *planly-beýiklik* we *beýiklik* ýaly görnüşlere bölünýärler.

1.4. Masştab we onuň görnüşleri

Kartany düzmek üçin berlen ýeriň üstüni birnäçe esse kiçeldýärler, kiçeltmek suratlandyrylýan ýeriň meýdanyna baglydyr. Berlen Ýeriň näçe esse kiçeldilýändigini görkezýän derejä masştab diýilýär. Başgaça aýdylanda, masştab kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň ýerdäki şol çyzygyň gorizental kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. “**Masştab**” gelip

çykyşy boýunça nemes sözi bolup, türkmen diline “ölçeg taýajygy” diýen ýaly manyda terjime edilýär.



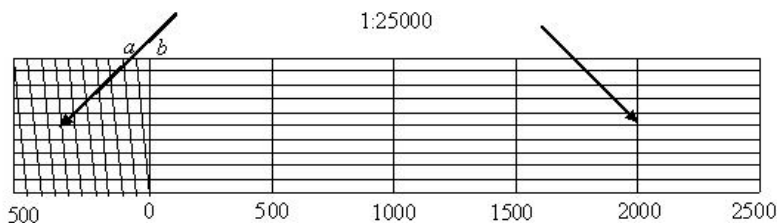
1.5-nji surat. Cyzykly masştab çyzgyjy.

Masştab esasan üç hili görnüşlerde bolýar:

1. Sanly masştab. Bu ýeriň uniwersal we köp duş galýan masştabynyň görnüşidir. Ol drob görnüşinde aňladylyp, sanawjyda bir maýdalawjyda bolsa kiçeldiş derejesini görkezýän san ýazylýar. Kartalarda sanly masştablar şu aşakdaky ýaly görnüşlerde bolýarlar: 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000 we ş. m. (4.1-njy tablisa).

Bu masştablarda 1 santimetre düşýän san bahalary degişlilikde: 1 sm-2 m, 1 sm-5 m, 1 sm-10 m, 1 sm-20 m, 1 sm-50 m, 1 sm-100 m, we 1 sm-250 m ýaly bolýar.

2. Hasaplalary geçirmezden hem aralyklary kesgitlemek bolar. Onuň üçin praktikada şkalaly (nommogrammaly) ýa-da grafikli çyzgyçlardan peýdalanylýar. Bu çyzgyçlaryň birnäçe görnüşleri bardyr. Olardan: çyzykly (1.5-nji surat), kese (1.6-njy surat), ýapgyt, pahna görnüşli we ş.m. masştab çyzgyçlary bardyr. Olaryň takyklygy dürli - dürli bolup, masştab çyzgyçlarynyň esaslaryna bagly bolýar. Meselem, çyzykly masştab çyzgyjynyň ölçeýjilik takyklygy 0,5 millimetr, kese masştab çyzgyjynyň takyklygy bolsa 0,1 ýa-da 0,2 millimetr diýlip alnýar.



1.6-njy surat. Kese masştab çyzgyjy.

Pahnaly masştab çyzgyjynyň kömegi bilen dürli masştably kartada ölçenen çyzygyň uzynlygyny 1:10000 masştaba geçirmek bolar.

3. *Natural masştablar* kartalaryň aşagynda ýazylyp görkezilýär. Meselem, kartanyň bir santimetrinde 500 metr bar ýa-da kartanyň bir santimetrinde 250 metr bar we ş.m. Masştabyň bu görnüşleri okuw kartalarynyň ählisinde diýen ýaly ýazylyp görkezilýär we bir-birini oňat doldurýar.

4.1-nji tablisa

Topografik kartalaryň we planlaryň masştablary

Planyň ýa-da kartanyň ady	Sanly masştaby	Natutal masştaby, metrde	Masştabyň Takyklygy, metrde	1 sm kw meýdana düşýän san birligi, geklarda
Ýüzlük	1:100	1.00	0.01	0.0001
Başýüzlük	1:500	5.00	0.05	0.0025
Müňlik	1:1000	10.00	0.10	0.0100
Iki müňlik	1:2000	20.00	0.20	0.0400
Iki müň başýüzlük	1:2500	25.00	0.25	0.0625
Başmüňlik	1:5000	50.00	0.50	0.2500
On müňlik	1:10000	100.00	1.00	1.0000
Ýigirmi baş müňlik	1:25000	250.00	2.50	6.2500
Ellimüňlik	1:50000	500.00	5.00	25.0000
Ýüzmüňlik	1:100000	1000.00	10.00	100.0000
Iki ýüzmüňlik	1:200000	2000.00	20.00	400.0000
Başýüzmüňlik	1:500000	5000.00	50.00	2500.0000
Millionylyk	1:1000000	10000.00	100.00	10000.0000

Masştab kartadaky berilýän elementleriň takyklygyny kesgitleýär. Masştabyň kiçelmegi bilen kartanyň ulaldyş koeffisiýenti hem kiçelýär, onda berilýän obýektleriň toplumy azalýar, ýa-da

tersine, masştab näçe ulalsa, onda berilýän obýektleriň sany şonça-da köpeliýär. Olaryň takyklygy artýar.

Masştab diňe bir planlarda, ýagny, uly bolmadyk ýer bölegini tutýan territoriýalar üçin hemişelikdir. Geografiki kartalarda masştab onuň bir ýerinden beýleki ýerine geçende üýtgeýär. Şonuň ýaly-da, ol ugurlar boýunça hem hemişelik däldir. Bu bolsa planetňnyň sferiki üstünden tekiz güberçek şekile geçmegi bilen baglanyşyklydyr. Şonuň üçin bas (esasy) we hususy (şahsy) masştablar tapawutlanýar.

Esasy masştab kartada çyzyk ölçegleriniň ellipsoide ýa-da şara baglylykda näçe esse kiçelýändigini görkezýär. Şu masştab kartalarda ýazylýar, emma bu ýerde esasy masştabyň diňe bir kesgitli çyzyklar ýa-da nokatlar üçin, ýagny ýoýulmanyň ýok ýerleri üçin adalatlydyr.

Hususy masştab berlen nokatda obýektleriň kartadaky we ellipsoidiň (şaryň) üstündäki ölçegleri bilen gatnaşygyny suratlandyrýar. Ol esasy masştabdan kiçi ýa-da uly bolup biler. Uzylygyň şahsy μ masştaby kartadaky tükeniksiz kiçi kesimiň uzynlygynyň ds' ellipsoidiň ýa-da şaryň üstündäki şol tükeniksiz kiçi kesimiň ds uzynlygyna bolan gatnaşygyny görkezýär. Meýdanyň hususy masştaby kartadaky türkiksiz kiçi suduryň meýdanynyň dp' , ellipsoidiň ýa-da şaryň üstündäki şol tükeniksiz kiçi suduryň meýdanyna dp bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär.

$$\mu = \frac{ds'}{ds}; \rho = \frac{dp'}{dp}.$$

Adaty ýagdaýlarda kartografiki şekiliň masştaby, onuň giň territoriýasy bilen deňeşdirende näçe kiçi bolsa, şonça-da esasy masştab bilen şahsy (hususy) masştabyň arasyndaky tapawut güýçli duýulýar.

Tematiki kartalar şol ýa-da başga bir masştablarda düzülýär. Şäherleriň masştaby adaty 1:40000 (kyrk müňlük) alýar. Emma welaýatlaryň kartalary – 1:600000 (altyýüz müňlük) masştablarda düzülýär. Gözýetimli kartalar 1:1000000 masştabdan kiçi bolan islendik görnüşlerinde: 1:1500000, 1:2500000, 1:5000000 düzlip bilner.

II. GEODEZIÝADA ULANYLÝAN KOORDINATA SISTEMALARY

2.1. Nokadyň koordinatlary we geografiýa koordinatlar sistemasy barada düşünje

Nokadyň koordinatasy - onuň ýagdaýyny tekizlikde we giňişlikde kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Geodeziýada aýratyn hem geografiýa, tekiz gönüburçly, polýar we bipolýar koordinatlar sistemalary ulanylýar.

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

Üç ululygyň ikisi, ýagny adsissasy(X) we ordinatasy(Y) nokadyň tekizlikdäki ýagdaýyny, üçünjisi bolsa ýer ellipsoidiniň kabul edilen şertli üstünden näçe beýikde ýa-da pesde (H) ýerleşýändigini görkezýär. Geodeziýada esasy şu üç ululykdan peýdalanylýar.

Geografiýa koordinatlar sistemasy nokadyň ýagdaýyny ellipsoidiň ýa-da ýer şarynyň üstünde kesgitlemekde ulanylýar. Berlen ululyklar hökmünde başlangyç meridianyň we ekwotaryň tekizlikleri alynýar.

Geografiýa koordinatlar sistemasynda ýeriň üstündäki nokadyň ýagdaýy, onuň geografiki giňligi we uzaklygy bilen kesgitlenilýär. Olar gradus ölçeg birliginde berilýär.

Geografiýa koordinatlar sistemasy özleriniň kesgitleniş ýoluna baglylykda astronomiýa we geodeziki görnüşlerde bolýar.

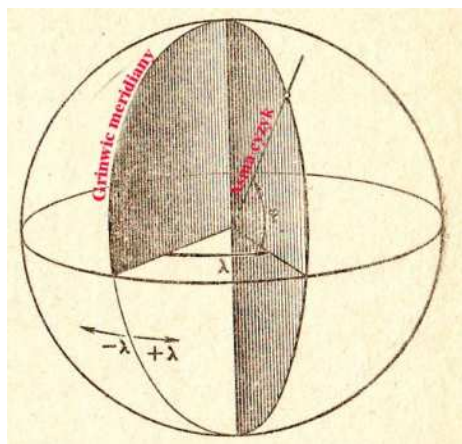
Astronomiki koordinatlar asman ýagtylgyçlaryna seretmek ýoly bilen geoidiň üstünde kesgitlenilýär. Geodeziki koordinatlar bolsa ýer ellipsoidiniň üstünde alnyp barylýan ölçegleriň netijesinde hasaplanylýp çykarylýar.

Geodeziki koordinata. Geodeziki koordinatlar sistemasynda, belli nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde, esasy koordinatlar üsti hökmünde *referens-ellipsoidiň* üsti, esasy koordinata çyzyklaryň häsiýetinde bolsa geodeziki meridian we parallel kabul edilendir. Ýer ellipsoidindäki bell i nokadynyň ýagdaýyny kesgitlemekde, nokatdan geçirilen meridianyň we paralleliň kesişen nokady alynýar. Geodeziki

günlük ve uzaklık dogrusynda söz açmazdan öñürti geodeziki meridian, parallel hem-de ekwator barada durup geçeliñ.

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

Yer ellipsoidininiň üstündäki M nokadyň *geodeziki giňligi* - onuň üstünden geçýän normal çyzyk bilen ekwatoryň tekizliginiň arasyndaky emele gelen burçdyr (2.1-nji surat). Geodeziki giňlik B harpy bilen belgilenilýär we ekwatordan polýuslara tarap 0° -dan 90° -a çenli hasaplanylýar. Nokat ekwatordan demirgazykda ýatsa gemirgazyk giňlik, *goşmak*, eger-de günortada ýatsa, onda günorta giňlik *ayyrmak* alamatlary alynýar.



2.1-nji surat. Geografiki koordinatlar sistemasy.

Berlen M nokadyň geodeziki *uzaklygy - başlangyç (Grinwiç meridiany*, London şäheriniň ýakynynda ýerleşen abserwatoriýanyň

ady) meridian bilen nokadyň üstünden geçýän meridianyň arasynda emele gelen iki gyranly burçdyr. Ol **L** harpy bilen belgilenilýär we başlangyç meridiandan gündogara we günbatara 0° -dan 180° -a çenli üýtgeýär. Eger-de nokat gündogarda ýatan bolsa goşmak alamaty alýar we gündogar uzaklygy diýilýär. Tersine, nokat günbatarda ýatsa günbatar uzaklygy diýlip - aýyrmak alamaty alýar.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Şu wagta çenli aýry ýurtlarda başlangyç meridian dürli-dürli ýerlerden geçirilipdir. Meselem, 1493-nji ýylda **Rim papasynyň** çykaran buýrugy boýunça başlangyç meridian hökmünde *Ferronyň*

meridiany alnypdyr. Bu meridian **Ispaniýanyň we Portugaliýanyň** koloniýalarynyň araçäginden geçipdir. Biraz soňrak her bir ýurt, özleriniň esasy observatoriýasyndan alyp başlapdyrlar. Öňki **GDA** ýurtlarynda *Pulkow observatoriýasynyň* baş zalynyň merkezinden geçýän meridian kabul edilendir.

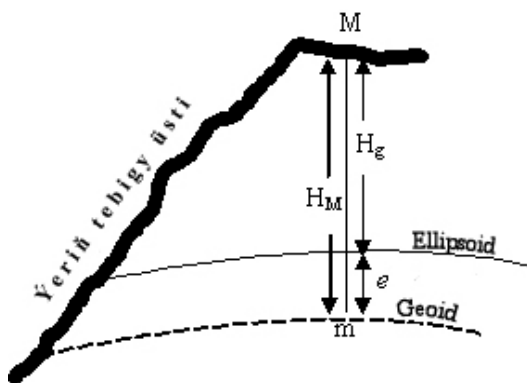
Grinwiç bilen **Pulkow** meridianlarynyň ara tapawudy geografiiki uzaklyk boýunça $30^{\circ} 19' 39''$ -a ýa-da wagt birliginde 2 *sagat 01 minut 18.57 sekunt* baha deň diýip, belläpdirlir .

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

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

2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi

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



2.2-nji surat. Geodeziki beýiklik we onuň alnyşy.

Ýeriň üstündäki nokadyň geodeziki beýikligi (H_g), bu nokatdan ellipsoidiň üstüne çenli bolan normalyň (Mm) uzynlygy bilen häsiýetlenýär. Ýöne, ýeriň üstündäki nokadyň beýikligini kesgitlemekde, ellipsoidiň üsti däl-de, eýsem geoidiň üsti başlangyç diýlip kabul edilýär. Geoidiň üsti deňziň üstüne baglylykda geodeziki ölçeg (niwelirmek) ýoly bilen kesgitlenilýär. Nokadyň deňiziň üstüne baglylykda beýikligine - absolýut diýlip, ol H harpy bilen belgilenilýär. Ýeriň üstündäki her bir nokadyň absolýut beýikligi, şu nokatdan deňiziň üstüne çenli asma çyzygyň uzynlygyna deňdir. Meselem, A nokadyň absolýut beýikligi H_A çyzyk bilen B nokadyň beýikligi bolsa H_B çyzygyň uzynlygy bilen kesgitlenilýär. Adatça, her bir ýurdyň ýeriniň çägendäki nokatlaryň absolýut beýikligi, şu ýurtlaryň territoriýasynda ýerleşen dereje(urowen) üstünden yzygiderlikde kesgitlenilýär. Meselem, öňki SSSR-iň territoriýasynda nokatlaryň **absolýut beýikligi Kranşadt**(*Baltika deňzi*) *futştogynyň nuly*na baglylykda hasaplanylýar.

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

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

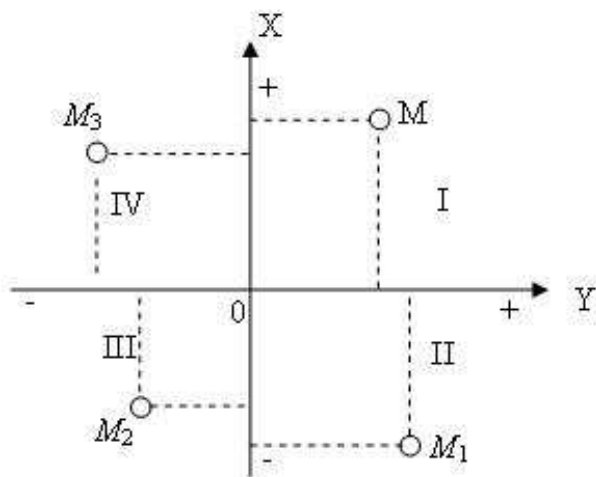
geçirilýän işlerde geoid bilen ellipsoidiň üstleri bir-birine gabat gelyär diýip kabul edilýär.

2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinat sistemalar

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

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

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



2.3-nji surat. Gönüburçly koordinatlar sistemasy.

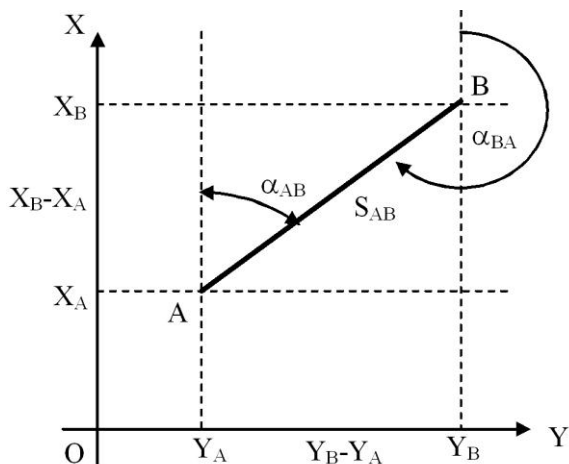
Absissa hem latyn sözi bolup, “*kesilip alnan*” diýen manyda türkmen diline terjime edilýär. Ony ilkinji bolup nemes matematigi **G. W. Leybins 1665-nji ýylda** girizipdir. Koordinatlar merkezini **0-y 1679-njy ýylda Lagir** girizýär.

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

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

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

Absissa okunyň demirgazygy we ordinata okunyň gündogary goşmak, emma onuň tersine absissa okunyň günortasy we ordinata okunyň günbatary aýyrmak bahalary alýar.



2.4-nji surat. Gönüburçly koordinatlar artmasynyň emele gelşi.

Goý, berlen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy we A başlangyç nokat belli diýeliň, onuň koordinatlary X_A we Y_A baha

deň diýsek. Ahyrky nokadyň koordinatlary X_B we Y_B , çyzygyň oriýentirleniş burçy hökmünde α_{AB} direksion burçuny alalyň (2.4-nji surat).

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

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

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

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

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

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

Koordinatlar artmasyny gönüburçly üçburçlygyň katetleri we gipotezunasynyň üsti bilen kesgitlep bileris. Bu ýerde S_{AB} — çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy; α_{AB} — çyzygyň direksion burçy. Onda:

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

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

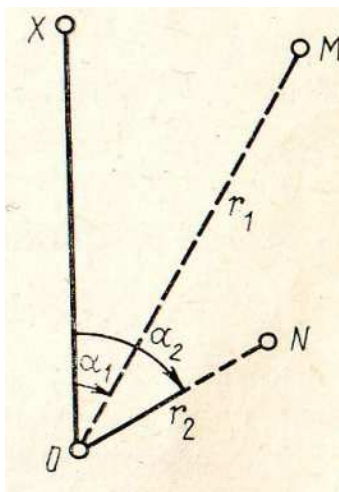
Nokatlaryň gönüburçly koordinatlar artmasyny hasaplanda, trigonometriki funksiýalaryň alamatlaryny hasaba almak zerurdyr.

Tekiz gönüburçly koordinatlar sistemasy ýeriň üstünde çäkli ýerler üçin ulanylýar, ýagny şol çäk tekizlik hökmünde alynýar.

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

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

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

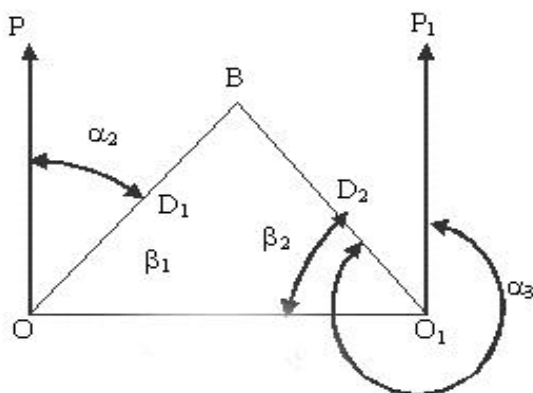


2.5-nji surat. Polýar koordinat sistemasy.

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

başlangyç ugur hökmünde kabul edilen, uzakda ýerleşen oriýen-tir hem ýerine ýetirip biler.

Nokadyň tekizlikdäki polýar koordinatlary, tekiz polýar koordinatlar sistemasy bilen birlikde *referens - ellipsoidiň* polýar koordinatlar sistemasy diýilýär. Ellipsoidiň üstünde polýusa otnositellikde geodeziki S çyzyk (ellipsoidiň üstündäki iki punktuň arasyndaky iň gysga aralygydyr, onuň islendik uzynlygynda meridianlary 90° -lyk burç bilen kesýär), polýusdan kesgitlenýän nokada çenli aralyk we geodeziki *azimut* A , polýus hökmünde kabul edilen nokatdan ugry bilen tapylýar. Geodeziki polýar koordinata sistemasy polýusdan uly aralyklarda uzaklaşan dürli obýektleriň ýerleşen ýerini kesgitlemekde ulanylýar. Ol radiotehniki sistemada radiopolengirmekde we beýleki ýagdaýlarda giňden ulanylýar.



2.6-njy surat. Bipolýar koordinat sistemasy.

Bipolýar koordinatlar sistemasy - iki çyzykly ýa-da iki burçly ulylyklar bolup, ýeriň üstündäki ýa-da kartadaky nokadyň ýagdaýy, iki polýusa (nokada) otnositellikde başlangyç diýip kabul edilen nokatlara görä kesgitlenilýär. Bipolýar koordinatlar sistemasy, polýar koordinatlaryň bir görnüşi bolup durýar. Çyzykly ululyklar hökmünde polýuslardan tapylýan nokada çenli aralyklar, emma burç ululyklar hökmünde geodeziki (astronomiki) azimut, magnit azimut,

direksion burç ýa-da ugurlaryň burçlaryny polýus bilen birleşdirýän çyzyklar (bазисler) alýar.

2.4. Ulanylýan koordinat sistemalary barada maglumat

Kartalaşdyrmakda ylmy we amaly (prikladnoý) meseleleri çözmek üçin geodeziki koordinatlar sistemasyny girizýärler. Olardan: **umumyýer** – ähli planeta üçin ulanylýan we **referens** – aýratyn regionlar ýa-da döwletler üçin ulanylýan görnüşlerini bellemek bolar.

Umumy ýer koordinatlar sistemasy – bu global meseleri çözmek we kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar. Olardan Ýeriň formasyny, daşky grwitasion meýdanyny, şeýle-de Ýeriň polýuslarynyň wagta görä üýtgemegini, Ýeriň öz okunyň daşyndan deňdäl aýlanmagyny, Ýeriň grafitasion meýdanyny kesgitlemek we kosmos apparatlaryny dolandyrmakda ulanylýar. Şu maksatlar üçin planetanyň modeli – ellipsoid döredilýär. Ýer ellipsoidi özüniň ölçeglerini (parametrini), massasyny, aýlanmagyň burç tizligini we ş.m. ýeriň parametrlerine has ýakyn bolan **fundamental parametrlerini** alýar. Modeliň töwregindäki grawitasion meýdany we onuň üstündäki agyrylyk güýji dartylmak hem-de merkeze ymtylýan güýje deň täsirlidir. Bu bolsa Ýerde we oňa ýakyn giňişlikde hakyky bar bolan güýje has ýakynдыr.

Ýeriň fundamental parametrlerine elektromagnit tolkunlarynyň wakumda ýaýaramak tizligi hem degişlidir. Bu ýerde aralygy ýagtylyk ýa-da radio tolkunlarynyň tizligini bu aralygyň geçilen wagtyna köpeltmek bilen kesgitlemek bolar. Bu tizligiň kemelmegi ýa-da köpelmegi geometriki aralygyň kemelmegine ýa-da köpelmegine getirýär. Şol sebäpli elektromagnit tolkunlarynyň tizligini Ýeriň üstünde islendik gurmalar üçin ýeke-täk çyzykly masştabda alýarlar.

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

Ýer gabygyny koordinatlar sistemasynda oriýentirlemek üçin ellipsoidiň başlangyjyny Ýer massasynyň merkezi nokadynda, başlangyç meridiany bolsa **Grinwiç** meridiany bilen gabat getirýärler. Emma aýlanma okuny demirgazyk şertli polýusa tarap käbir bellenen (fikisrlenlen) ortaça ýagdaýa ugrukdyrýarlar. 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** koordinatlar sistemasy goýulýar.

Amaly ýagdaýda geosentriki Grinwiç koordinatlar sistemasyny döretmek üçin **geodeziki tor** – bu geodeziki punktlaryň toplумы bolup, olaryň ýagdaýy geodeziki ölçegleriň netijesinde ýeke-täk koordinatlar sistemasynda kesgitlenilýär.

Her bir punkt ýeriň üstünde ýa-da kosmos apparatynda berkidilýär. Olar tekizlikde **X** we **Y** koordinatlary, emma beýikligi **Z** alýar. Bu ululyklary ellipsoidiň üstünde ýagdaýyny kesgitleýän giňligini (**B**) we uzaklygyny (**L**) hem-de ellipsoidiň üstünden beýikligini (**H**) hasaplamak mümkin. Ellipsoidi kartanyň tekizliginde käbir proyeksiýada şekillendirmek we punktlar üsin tekiz görnuburçly koordinatlary x , y kesgitlemek bolýar. Toruň punktlaryndan ölçegleri geçirmek ýoly bilen başga täze punktlaryň, şonuň bilen birlikde kosmos apparatlarynyň, olardan bolsa Ýerdäki nokatlarda koordinatlary gaýtadan geçirilýär.

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

Häzirki döwürde birnäçe has dünýä möçberinde meşhur umumyýer koordinatlar sistemalary bellidir. Olar birmeňzeş teoretiki ýagdaýlara daýanýar. Olaryň arasyndaky tapawut aýratyn hem fundamental parametrlere, ölçegdäki ýalňyşlyklara, geodeziki

punktlaryň endigan ýerleşmezligine we olaryň matematiki işlemegini aýratynlygyna baglydyr.

Ýeriň aýlanmasynyň halkara gullugy **IERS** (*International Earth Rotation Service*) ýokary takykly ölçegleriň netijesinde umumyýer koordinatlar sistemasy **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) döredilýär we **GRS-80** ellipsoidi ulanylýar. Bu sistema Ýeriň üstünde **ITRF** (*International Terrestrial Reference Frame*) punktlaryň tory bilen üpjün edilendir. **ITRF** sistemasynyň ýüzlerçe punktlary Ýeriň üstünde materiklerde we ähli okenalardaky adalarda ýerleşdirilen bolup, olaryň ýalňyşlyklary 10 sm-den geçmeýär. Geodinamiki hadysalara baglylykda punktlaryň koordinatlary 1-2 sm/ýyl tizlik bilen üýtgeýär. Şonuň üçin hem olaryň ýagdaýy yzygiderli täzelenilýär we koordinatlaryň katalogynda üýtgedilen ýyly, meselem, **ITRF-94** görkezilýär.

Dünyäniň ähli ýerinde diýen ýaly ABŞ-nyň pozisionirlemegini hemraly sistemasy giň ýaýaramany almagy bilen baglanyşyklykda Dünyäniň geodeziki sistemasy 1984 ý. – **WGS-84** (*World Geodetic System*, 1984) emele geldi. Onuň parametrleri **GRS-80** ellipsoidi bilen gabat gelýär.

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

Koordinatlaryň referens sistemasyny aýratyn regionlarda we döwletlerde referens – ellipsoidiň kömegi bilen goýulýar. Bu berlen döwletiň territoriýasy üçin amatly ýerlerini almak bilen döredilýär. Şeýle-de bu diňe bir dāp-dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen territoriýada islendik topogrofo-geodeziki işleriniň oňaly geçirilmek şertlerine hem bagly. Referens-ellipsoidi Ýer gabygynda (jisiminde) **berlen geodeziki senä** baglylykda oriýentirlenilýär. Ýagny referens-ellipsoidiň parametrleri giňlik we

uzaklyk, olaryň arasyndaky arabaglanyşyk berlen punktda astronomiki koordinatlaryň esasynda goýulýar.

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

III. HEMRALY POZISIONIRLEMEK

3.1. Umumy düşünje

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

Bu sistemalar baradaky maglumatlary 3.1-nji tablisadan görmek bolar.

3.1-nji tablisa

Nawigasion sputnik sistemalarynyň esasy häsiýetnamalary

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

Sputnik nawigasion sistema öz içine kiçi sistemaly kosmos apparatlaryny, barlagy we dolandyrmagy, şonuň ýaly-da ulanyjylaryň kiçi sistemaly (podsystemalaryny) apparatlaryny alýar.

1978-nji ýylda NAVSTAR sistemaly ABŞ-nyň ilkinji Ýeriň emeli hemrasy kosmos giňişligine çykarylýar. Emma şol döwürlerde Rossıýanyň ГЛОНАСС sistemasynda üç basgançakly Ýeriň emeli

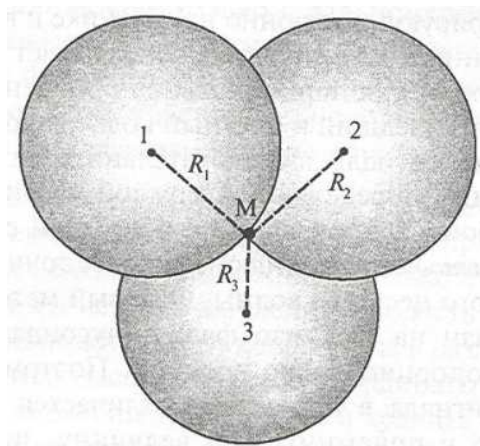
hemralaryny döredip başlaýarlar we 1982-nji ýylda onuň ilkinji Ýeriň emeli hemrasy kosmos giňişligine cykarylýar. Şu döwre çenli, eýýäm amerikanyň 6 sany Ýeriň emeli hemrasy Ýeriň daşyndan aýlanýardy. Uçurylan hemralardan Ýeriň formasyny we ölçeglerini öwrenmekde **GPS** serişdelerini ulanmak bilen ajaýyp, garaşylmadyk netijeler alynýar.

1982-nji ýylda Massaçusetyň tehnologiiki institutynda (ABŞ) GPS tehnologiýasyny kämilleşdirmek boýunça professor **Ç. Kunselmanyň** ýolbaşçylygynda ylmy - barlag topary döredilýär. Topara institutyň alymlary: professorlar *I. Bok, R. King, D. Kollinz, A. Leyk* we beýlekiler girýärler. Döredilen toparyň agzalarynyň tagallalary bilen **Macrometer** keşbindäki (prototipindäki) priýomniklerini (kabul edijilerini) synagdan geçirýärler. Dowamlylygy birnäçe sagatlara barabar bolan bazisli çyzyklarda seansly (tapgyrly) statiki ölçegleri geçirýärler we ölçegde $(1-2) \cdot 10^{-6}$ metre deň bolan otnositel ýalňyşlygy almagy başaýarlar. Biraz soňrak bu barada görnükli alym **A. Leyk** öz kitabynda: “*Ölçegleriň dowamynda, adaty birinji klasly geodeziki torlarynyň takyklygyndan has ýokarda duran ölçeg ulgamy, tötänleýin emele geldi. Bu haýran galdyry açyşdyr*” diýip belleýär.

1983-1984-nji ýyllaryň dowamynda *Macrometer V-1000* priýomnikler bilen alnyp barlan surata almagyň netijeleri, GPS tehnologiýasynyň durnukly we ynamlydygyny subut etdi. *Massaçuset tehnologiiki institutynyň* alymlar topary **Eýfel** (Germaniýanyň **Reýn Slansyly** daglarynyň günbatar böleginde ýerleşýän ýerde) sebitinde 30 stansiýadan ybarat bolan **I** klasly köpeldilen (goýlandyrylan) torlary döredilýärler, emma 1984-nji ýylyň başlarynda bolsa, **Montgomeri** okrugynda (ABŞ Penselwan şatynda) ýene-de bir köpeldilen torlaryny gurýarlar. Bu iki ýagdaýda hem torlary gurmagyň takyklygy, taraplary takmynan 10 kilometre barabar bolan ýagdaýyndaky bar bolan torlarda $(1-2) \cdot 10^{-6}$ metr çäkden geçmeýär (3.5-nji surat).

1984-nji ýylda hemraly tehnologiýa **Stanford** uniwersitetinde (ABŞ-nyň Kaliforniýa şaty), **Stanford** çyzykly tizlendirijileri (uskaritelleri) üçin durnuklylygy, ýokary takykly inženerli torunda gazanýarlar. Burçlary we aralyklary ölçemegiň

adaty usuly bilen GPS tehnologiýasynyň bazisli cyzyklaryndan gözegçilik geçirmegi birleşdirýärler. Şu ýagdaýda millimetr takyklykdaky netijeler gazanylýar. Ölçeğiň netijeleri 0.1 mm takyklykly darritelli lazerli trassirleýjiniň kömegi bilen barlanylýar.



3.1-nji surat. Kesgitlenen nokatda, R_1 , R_2 , R_3 – radiusly üç sferanyň giňişlik keşişmeleri.

GPS-iň kömegi bilen ölçeg geçirilende punktlaryň arasyndaky özara görünmegiň zerur dälliginde bolsa, usulyň görenetin artykmaçlygy ýüze çykýar. Bu bolsa, ölçeg geçirilýän sebitlerde beýik geodeziki signallary gurmagyň gerek dældigini görkezýär. Usul gözegçiligi we hasaplamalary awtomatizasiýalaşdyrmaga we gözegçiniň ýalňyşlygy bilen baglanyşykly nätakyklyklary minimal derejä getirmäge mümkinçilik berýär. Bu ýerde çylşyrymly hasaplaýyş toplumu bilen gözegçiligi geçirýän ýerine ýetirijiniň, hususy duýgusyna ýokary derejedäki üns berilmelidigine talap edilýär. Bellenen artykmaçlyklara goşmaça hökmünde, gözegçiligi günün islendik wagtynda, ýagny gije we gündiz, ýagmyrly we ýagmysyz günlerde geçirmäge mümkinçiliginiň bolmagyny goşmak mümkin. Emma bu ýerde, hemraly we klassiki torý birleşdirmekde otnositellilik üstine baglylykda käbir kynçylyklar ýüze çykýar.

3.2. GPS sistemasynyň işleýiş prinsipi

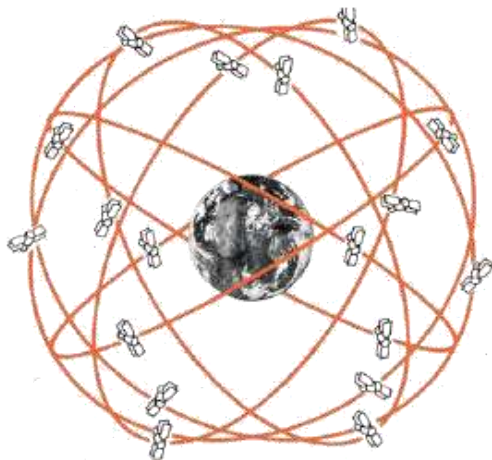
Hemrally usulda gözegçilik torlary, Ýer ellipsoidiniň üstünde geçirilýär (meselem, **WGS-84**). Emma klassiki geodeziýada ölçegler geoida (ýa-da kawzigeoida) otnositellikde alnyp barylýar. **T. Engelis, R. Rapp** we **I. Bok** Eýfel torunyň punktlarynyň ortometriki beýikligini alýarlar we beýikligi kesgitlemegiň klassiki usuly bilen geodeziki beýiklikleriň tapawudyna esaslanýan GPS ölçeglerini birleşdirýärler. **J. Ladd** 10 - 6 takyklykdaky 15 minut gözegçiligiň netijesinde alnandygy baradaky üstünligi habar berýär. Bu üstünlik kodsyz iki ýygyllykly **Macrometer II** priýomnikleriň kömegi bilen alnýar, bu bolsa örän ýakyn(çalt) wagtlarda statika tehnologiýasynyň işlenilmegine itergi (impuls) berýär.

1984-nji ýylda amerikan alymy **B. Remondi** GPS ölçegleriniň teoriýasyny esaslandyrýar. Şeýle-de, ol kinematiki surata almagyň tehnologiýasyny işläp düzýär. Bu ýagdaýda islendik priýomnigiň antennasy gymyldamasyz galdyrylýar, emma ikinji priýomnik bolsa antenn bilen bilelikde elmydama hereketde bolýar ýa-da bir stansiýadan beýlekä tarap, olaryň her birinde birnäçe sekuntlyk durmak bilen süýşýär. Iki priýomnikde hem iň azyndan dört sany ýeriň emeli hemrasyndan gözegçilik edilmek bilen yzygiderlilikde fazaly ölçegleri geçirýär. Surata almagyň birinji görnüşini hakyky ýa-da yzygider kinematiki(kinematiki traektoriýa), ikinjisini bolsa – kinematiki “*dur we ýöre*”(«**Stop-and-Go**») usuly diýlip atlandyrýarlar.

Soňky iki ýylyň dowamynda amerikan alymy **J. Mader** tarapyndan aerofotosurata almak hadysasy wagtynda punktlaryň koordinatlaryny kesgitlemek amala aşyrylyp başlanylýar. Aerofotoapparatyň koordinatlarynyň ýokary takyklyk bilen kesgitlenilmegi, ýeriň üstündäki belgili(opoznak) bellikleriň, surata almagyň döwamynda sanynyň köp mukdarda azalmagyna getirýär (3.2-nji surat). Bu bolsa, surata almagy geçirmekde belgileri ýeriň üstünde taýýarlamak, dikeltmek we baglanyşdyrmak üçin edilýän işleriň göwrüminiň azaltmagyna getirdi. Hereketde bolýan fotoapparatyň koordinatlarynyň kesgitlenmegi distansion

zondirlemeginde: derýanyň, şelfiň we beýleki obýektleriň düýbünü(ugruny) aerofotosurata almakda ulanmagyna esas döredýär.

Kinematiki surata almagy geçirmekde başlangyç bazaly stansiýada birmeňzeş bolmadyk fazaly netijeleri almak talap edilýär. Bu hadysa kinematiki surata almagynda **inialisizasiýa** diýlip atlandyrylýar. Kinematiki surata almak hadysasynyň dowamynda iň azyndan dört sany Ýeriň emeli hemralaryndan signallary tutmak zerur. Eger-de seredilýän hemralaryň sany dörtten az bolsa, onda inialisizasiýany gaýtalamak hökmandyr. Bu surata almagy(gözegçiligi) howada (asmanda) ýa-da suwda geçirende, belli kynçylyklar döreýär.



3.2-nji surat. Geodeziki we nawigasiýa ähmiýetli Ýeriň emeli hemralarynyň hereketleri.

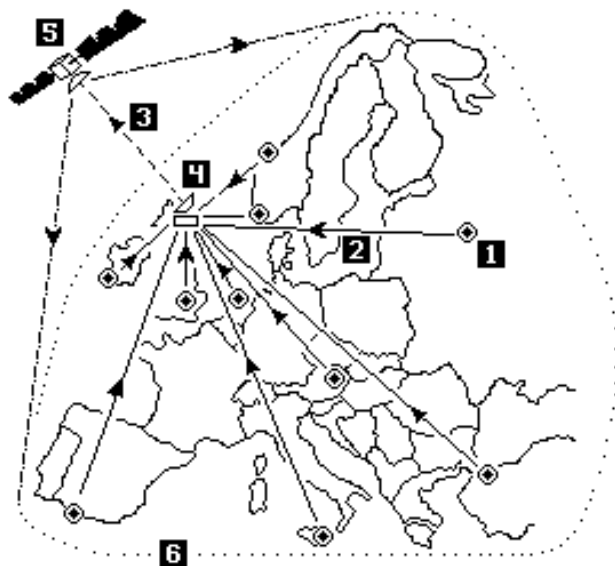
Ýeriň üstünde inialisizasiýany gysga bazisli çyzyklardan ýa-da koordinatlary belli bolan nokatlardan geçirmek zerur. 1990-njy ýylda alymlar **B. Hofmann - Wellenhof** we **B. Remondi** inialisizasiýanyň – priýomnigiň antenasyny täzeden dikeltmek bilen geçirilýän üçünji usulyny teklipl edýärler. Emma kinematiki surata almakda **G. Seeber** we **G. Wýubben** tarapyndan işlenen we “uçuşda inisiasiyalanan”(«**On-theFly**», OTF) diýlip atlandyrylan usul has-da

wajyp bahany alýar. Bu usulda, käbir birmeňzeş bolmadyk bahalar alynýar, ýagny fazaly koordinatlar gönüden-göni hemraly priýomnigiň hereketi wagtynda kesgitlenilýär. Usul bilen hakyky wagtda surata almakda, şeýle-de takyk nawigasiýada, şeýle-de, soňraky işlemelerde(ölçemelerde) ulanmak mümkin. 1987-nji ýylda **S. Lihten** we **J. Bordor** $(2-5) \cdot 10^{-8}$ metr netijäniň wektoryň üç komponentinde gaýtalanýandygyny habar berýärler. Bu bolsa statiki surata almagyň kömegi bilen anyklanylýar. Emma bu ýerde hem beýleki ýagdaýlarda bolşy ýaly hakyky ýalňyşlygy hem-de içki meňzeşlik bilen häsiýetlendirilýän absolýut takyklygy we daşky meňzeşligi tapawutlandyrmak meselesi ýüze çykýar. Soňky ýagdaý, adaty prosesslerde umumy, ululygy boýunça ýakyn we şol bir çeşme bilen esaslandyrylýan yzygider ýalňyşlyklaryň alamatlarynyň täsirinde alnyp biler.

1980-nji ýylyň ikinji ýarymynda eksperimental we barlag taslamalary amala aşyrylýar. Onuň netijesinde GPS ölçeglerine täsir edýän käbir faktorlar öwrenilýär. Bazisli çyzyklardan GPS ölçegleriniň aşa(örän) uzyn bazaly radiointerferometr usuly bilen oňat jebisleşýändigini anyklanylýar. Bu bolsa, GPS ölçegleriniň takyklygynyň *eferemidiň takyklygyny* ýokarlandyrmagyň hasabyna gazanmak mümkindigi baradaky pikiri döredýär. Muny bolsa iki usul bilen gazanmak mümkindir. Birinji usul – orbitanyň elementlerini kesgitleýän parametrleriň arasyna goşmak we ony bazisli (bazaly) çyzygyň komponentleri bilen bilelikde kesgitlemek, ikinjisi – efemerid takykylyk gullugyny gurnamakdan ybarat. Ikinji usul Halkara geodinamiki GPS gullugyny (HGG) döredenden soňra elýeterli bolýar.

Rossiýanyň **ГЛОНАСС** sistemasynyň geodeziki maksatlar üçin ulanylmagy, 1988-nji ýyldan başlap halkara guramalar tarapyndan hasaba alnandan soňra, has-da işeňňirleşýär. Şu seneden başlap **Lidsa** (Angliýa) uniwersitetinde **GPS** we **ГЛОНАСС** sistemalarynda işlemäge ukyply bolan kodly priýomnikler döredilýär. Geodeziýa ýaýlymynda **ГЛОНАСС** sistemasynyň ulanylmagynyň täsirliidigi(netijelidigi), emeli hemralaryndan alynýan signallaryň GPS bilen deňeşdirende has güýçlidigi we berlenleri (maglumatlary)

jemlemek meselesinde GPS-den has ýokarda durýanlygy bilen tapawutlanýar.



3.3-nji surat. GPS sistemasynyň işleýiş prinsipi:

- 1- ýerlerdäki stansiýalar; 2 - maglumatlaryň ýygnaýan ugry; 3 - Ýeriň emeli hemrasynda berilýän koorektirleýji signallar, 4 - dolandyryş stansiýasy; 5 – Ýeriň emeli hemrasy; 6 – her bir hemranyň alýan zonasynyň serhedi.

Aýratynda, soňky ýyllarda geodeziki ölçegleri geçirmek maksady bilen Ýeriň emeli hemralarynyň sanynyň köpelmegi, surata alynýan ýerde zerur bolan hakyky wagtdaky ölçegleri geçirmekde takyklygyň we tizligiň ýokarlanmagy, belli derejede artykmaçlygy döredýär. Emma ГЛОХАСС sistemasyny geodeziki maksatlar bilen ulanmakda käbir kynçylyklar hem ýüze çykýar. Aýratynda, sistemada bar bolan her bir hemranyň özüne mahsus ýygylýkdaky radio tolkunlaryny goýberýändigi bellemek zerurdyr. Bu bolsa hasaplamagyň teoriýasynda käbir kynçylykary emele getirýär. Ölçeğiň takyklygyna GPS we ГЛОХАСС sistemalarynyň hereket

edýän parametrlerindäki ýagdaýlar, ýagny ulanylýan koordinatlar sistemalary (**WGS+84** we **ПЗ 90**) bilen arabaglanyşykly hasaplamalary(parametrlerini) geçirmek hem döredýär. Şeýle bolsa-da, käbir firmalar(Ashtech, Javad, 3S Navigation) **ГЛОНАСС/GPS** ýagdaýynda işleýän bir ýa-da iki ýygýlykly geodeziki priýomnikleri önümçilige goýberdiler.

Häzirki wagtda **ГЛОНАСС** sistemasynyň işçi hemralarynyň sanynyň ýetmezçilik etmegi sebäpli, integrirlenen apparaturalara bolan islegler belli derejede gowşady (3.3-nji surat). **A. Braun** 1989-njy ýylda GPS surata almagynyň differensirlenen usulyňy işläp düzýär. Bu bolsa häzirki döwürde “*Giň zonalar üçin differensial GPS usuly*” (Wide area differential GPS, WADGPS) diýlip atlandyrylýar. Differensial GPS usulyňy hakyky wagtda ýagdaýynda standartlaşdyrmak üçin synanşyk edilýär. Onuň netijesinde **RTCM - 104** standarty işlenilýär. Bu standart deňizde gämi sürmek (sudohodstva) gullugy üçin **Radiotekhniki kommissiýasy** tarapyndan işlenilýär(Radio Technical Commission for Maritime Services, RTCM).

1991 - 1992-nji ýyllarda **Halkara** geodeziki assosasiýasynyň ýardam bermegi bilen geodeziki jemgyýeti tarapyndan, global masştabda GPS guralynyň(serişdesiniň) mümkinçiligi öwrenilýär. GPS guralyny ulanmagyň eksperimental ýagdaýy Halkara Ýeriň aýlanma gullugyny (HGAG) we geodinamikany (GPS experiment for IERS and Geodynamics, GIG) kesgitleýär. Bu eksperimental barlag topary, 1993-nji ýyla çenli, ýagny Halkara geodeziki gullugy(HGG) döredilýänçä ýaşamagyny dowam edýär. Netijede, **PDS-iň** kömegi bilen Ýeriň aýlanmagynyň takyk parametrlerini kesgitlemek mümkin diýlen netijä gelinýär. Bu ýerde, Ýeriň geosentriki koordinatларыnyň çykarylmany uly gyzyklanma döredýär. Öz gezeginde hemraly lazer uzakölçeýjisi bilen takyklygy *10-15* santimetr derejedäki bahanyň alynmagyna sebäp bolýar. Global masştabda günün dowamyndaky (24 sagadyň) fazaly GPS ölçegleriniň birbahaly dälidi, *10-9* tertipde gaýtalanmasyny üýjün etmek bilen synalyp görülýär. Ony amala aşyrmak üçin, Ýer şarynyň üstünde deň paýlanan gözegçilik stansiýalarynyň bolanmagynyň gerekdigi anyklanylýar. Şonuň ýalyda, GPS hemralarynyň takyk orbitasyny almagyň gerekdigi ylmy

taýdan subut edilýär. 1994-nji ýylyň Türkmenbaşy aýynyň 1-ne **HGG-gy** tarapyndan GPS stansiýalarynyň iş netijeri barlanylýar. Şu wagtdan(ýyldan) hem Ýeriň aýlanma Halkara gullugy(ÝAHG), Ýeriň aýlanma parametrlerini çykarmak(ÝAP) üçin **GPS** berlenlerini(maglumatlaryny) ulanyp başlaýar.

3.3. GPS sistemasynyň kömegi bilen duran nokadyň koordinatlaryny kesgitlemek

GPS guraly ulanmak bilen berlen nokadyň giňişlikdäki ýagdaýyny kesgitlemek usuly dogrusynda işeňňir(aktiw) geodeziki torlaryny döretmek tehnologiýasy döredilýär. Şular ýaly koordinatlary belli bolan takyk torda (bazaly stansiýada) her stansiýa hemişelik işleýän **GPS** priýomnigi goýulýar. Olaryň gözegçilikleri we koordinatlary baradaky berlenler (maglumatlar), aragatnaşyk çyzyklary boýunça elýeterlidir. Bu ýagdaýda koordinatlaryň takyk ölçeglerini, diňe bir priýomnigiň kömegi bilen geçirmek mümkin. İşeňňir(aktiw) tordaky stansiýanyň berlenlerini (maglumatlaryny): dürli tebigy hadysalaryň monitoringini, takyk nawigasiýany we ş.m. geçirmekde peýdalanmak bolýar. ABŞ-nda işeňňir **CORS**(Continuously Operating Reference Stations) torlary, 1995-nji ýyldan başlap Milli geodeziki gulluk tarapyndan döredilip başlanylýar. Häzirki wagtda, bu tor özünde 370-den gowrak stansiýany jemleýär. Şular ýaly kiçi ölçegdäki torlar **Angliýada, Kanadada, Rossiýada, Ýaponiýada** we beýleki döwletlerde döredilýär. Torlary gurmagyň takyklygynyň gelejekki ösüşini, alymlaryň gözegçilik şertlerini modelirmek teoriýasyny işländen soňra görýärler.

2000-nji ýylyň Magtymguly aýynyň 1-den “**selektiv elýeterlilik**” (*Selective Availability*) ýagdaýynyň aýrylmagy usulyň kömegi bilen duran nokadyň koordinatlaryny kesgitlemegiň absolyt takyklygy (95 % ähtimallykdaky orta kwadrat ýalňyşlykda 100 metrden 15 metre çenli azalýar) has-da ýokarlanýar. Bu maglumatlar usulyň oňnatlyk takyklygyna hem baglydyr.

GPS tehnologiýasynyň islendik döwletiň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanylmagy, dürli ölçegleriň tiz we ýokary hilli

geçirilmegi, örän ynamly maglumatlaryň alynmagy bilen gös göni baglanyşyklydyr. Nokatlaryň planly ýagdaýyny, adatça gysga bazaly ölçeglerdäki takyklygy (takmynan 30-50 kilometr aralyklarda) iki ýygyllykly GPS priýomnikleri bilen işlenende alynýan orta kwadrat ýalňyşlyklar aşakdaky ýaly berilýär:

- statika usulynda – $2-3 \text{ mm } 0,5 \cdot D \cdot 10^{-6}$ (10 kilometr uzynlykdaky çyzykda ýalňyşlyk **7-8 mm-e** barabardyr);

- kinematika usulynda – $10 \text{ mm } 2 \cdot D \cdot 10^{-6}$ (statika bilen deňeşdirende **2-3 esse** pesräkdir);

HGG efemeridini ulananda müň kilometr uzynlykdaky çyzykda

10-7-10-9 takyklygy gazanmak bolar. Rus alymlary **I. Bykow** we onuň topary, soňky 20 ýylyň dowamynda ýeriň üstündäki nokatlaryň giňişlik koordinatlaryny hemraly kesgitlemegiň takyklygynyň ýylba - ýyldan ýokarlanýar diýip belleýärler. Maglumatlarda berilýän faktorlar hökmünde hemralaryň efemerid hallydygy(hemralaryň sagatlarynyň parametrleri), daýanç torlaryň takyklygy we ýalňyşlyklary modelirlemegiň görnüşlerin-den (troposferada saklanmagy, köp ýollulyk, antenyň fazaly merkezi) ybarat.

Halkara geodeziki gullugynyň efemerid bahalary **SP3** formatda berilýär. Takyk efemeridler hemralaryň ýagdaýlaryndan we olaryň deň döwürlerden(epohadan) durýan tizlikleri alýar. Maglumatlary geçirmegiň adaty interwaly 15 minuda deňdir. 1985-nji ýylda ABŞ-nyň Milli geodeziki gullugy (**MGG**) GPS guralynyň **ASCI** takyk orbitasyny, aýratyn **SP1** we **SP2** formatlarda hem-de **ECF1** we **ECF2** binar analoglarynda ýaýradýar. **ECF2** biraz soňrak **EF13** formatyna modifisirlenýär(öwrülýär). **SP1** we **ECF1** formatlary koordinatlary we tizlikleri, emma **SP2** we **ECF2** formatlar bolsa özlerinde diňe koordinatlary saklaýar. Şeýle bolmagy, saklanýan maglumatlaryň möçberiniň, tizlikleriniň hemralaryň ýerleşýän ýagdaýynyň üsti bilen tapmak bolýandygy sebäpli, wagty takmynan iki esse azaldýar. 1989-njy ýylda **NGS** gullugy orbital maglumatlardan (informasiýalardan) başgada, hemralaryň sagatlarynyň düzedilişlerini hem goşmagy makul bilýärler. Ondan daşary, formatlaryň ikinji nesliniň möçberi 35 sany Ýeriň emeli hemralary (**GPS** we beýleki) üçin niýetlenen bolsa, ikinji neslin

formatlary 85 hemra çenli artdyrylýar. Degişli **ASCII** formaty edil **SP3** ýaly bolup, onuň binar görnüşi (analogy) - **ECF3** ýa-da **EF18** (modifisirlenen mysalynda) ýaly belgilenilýär. Formatlary we eferemidleri kämilleşdirmek boýunça köp möçberdäki işleri **B. Remondi** geçirýär.

Eferemid takyklygynyň ýokarlanmagy pozisionirlemegiň absolýut usulynyň bir manyly (neodnoznaçno) tolkun görteriji fazasy üçin ulanylmagyna mümkinçilik döredýär. Bu bolsa *ABŞ-nyň* reaktiw hereketleriniň Laboratoriýasynda işlenilýär we gündelik seansy 2 sm-e barabar bolan takyklyk üpjün edilýär.

Stroposferaly saklanmagyň matematiki modelirlenmegini has-da kämilleşdirilmekde we meteorologiki parametrleri kesgitlemegiň usullarynda GPS tehnologiýasynyň ulanylmagy alymlar: **H. Hopfild, Ý.**

Sastamoýnena,

A. Neýella we beýlekileriň alyp baran barlaglarynyň netijeleri, guralyň meteorologiýa gözegçiliklerinde üstünlikli ulanylmagyna getirýär. Ýerdäki punktlaryň koordinatlaryny hemraly usul bilen kesgitlemekde, adaty geodeziki işlerinde giňden ulanylmagyna ýardam berýär. Şonuň ýaly-da, usulyň ulanylýan örüsi, Ýeriň üsti bilen baglanyşykly beýleki ýerler bilen giňilýär. GPS serişdesiniň ulanylýan ýerlerine mysal hökmünde aşakdaky ýalylyry:

- geodinamika (lokaldan global masştaba çenli, plitalaryň tektoniki hereketini öwrenmek ýalylyry öz içine almak);

- geologiýa gözlegleri(gazma baýlyklaryň bar ýerlerini gözlemek (agtarmak) we razwedka);

- glýasiologiýa (Grenlandiýada we Antarktitada buzlaryň hereketi);

- gidrologiýa (şelfi surata almak, portlaryň akwatoriýasyny, derýalaryň düýbi barlamak we ş.m.);

- şäher we ýer kadastryň amala aşyrmak;

- wagt we ýygýlyklar gullugy;

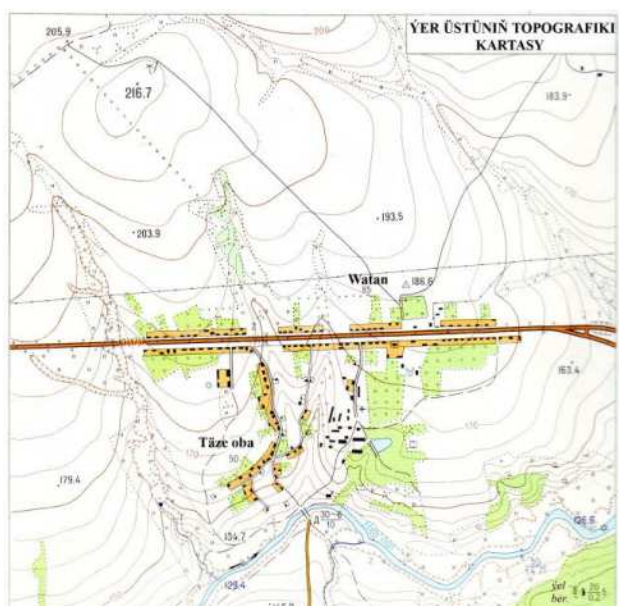
- dürli binalary gurmak (awtoýollary, demir ýollary, elektrik stansiýalary, deňiz platformalaryny we ş.m.);

- arheologiýa (gazuw – agtaryşlaryny ýeke-täk koordinatlar sistemasyna baglamakda) goşmak bolar.

IV. TOPOGRAFIKI PLANLARYŇ WE KARTALARYŇ ESASY HÄSIÝETLERI

4.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşy

Kartografiki şekil kartanyň(globus, relýef kartasy) görnüşleriniň biri bolup, ol birnäçe gurluşlara eýedir. Olardan ilkinji nobatda kartanyň *aýdyňlygyny, ölçeyj-iligini we kartanyň maglumat berijiligini*, şeýle hem *kartanyň üznüksizligini, gözýetimliligini we birmanylygyny* agzamak bolar. Bu gurluşlar ýer üstüniň bölekleriniň häsiýetleriniň çägene, onuň görnüşine we aýratynlyklaryna göz etirmegi üpjün edýän gurluşlardyr. Ölçemeklik, suratlandyrylan obýektleriň muk-dar häsiýetleriniň, kesgitlenen ölçeg tilsimleriniň mümkinçiliginde alynmagydyr. Kartanyň maglumat berijiligi, onda berlen obýekt we obýektler toplумы barada ýeterlik maglumatlaryň alynmagy bilen düşündirilýär (4.1-nji surat).



4.1-nji surat. Topografiki kartasynyň bir görnüşü.

Kartalaryň aýdyňlygy-bu kartany çalt we aýdyň okamaga mümkinçilik berýän gurluşdyr. Ol kartadaky suratlandyrylan obýektleri, olaryň şekilini, ölçeglerini, ýerleşişini, arabaglanyşygyny ýönekeý göz bilen, wizual duýmaklykdan durýar. Bu gurluş pikirlenip, kartanyň elementlerini saýlap almak, maksada laýyk generalizasiýalaşdyrmakdan ybarat bolýar.

Kartanyň ölçýjiligi-bu kartany matematiki kanunlar esasynda gurmagy, elementlerini gurlan esasa geçirmegi we ondaky elementleriň hem-de hadysalaryň pikirde kabul edilmekligini, islendik elementleriň we hadysalaryň gurluş takyklygyna gözegçilik etmekligi üpjün edýän gurluşdyr. Kartanyň ölçýjiligi onuň masştaby bilen baglanyşykly. Obýektleriň mukdar häsiýetlerini absolyt birliklerde, otnositel görkezijilerde hem-de bally ýa-da derejeli bahalar görnüşünde almak bolar.

Kartanyň birbahalylygy-bu kartanyň Ýer üstüniň modeli bolmak bilen, ondaky her bir nokatda kabul edilen şertli belgiler ulgamlarynyň çäginde diňe ýeke-täk bahanyň alynmagyny üpjün edýän gurluşdyr. Birbahalylyk iki gatnaşykda duýulýar: giňişlik birbahalylygy, ýagny X we Y koordinatly nokatda H kartografirlenýän parametrli bahanyň goýulmagy bilen alynýan; belgili birbahalylykda her bir şertli belgi üçin kartanyň goşundylarynda ýeke-täk belgili baha goýulýar.

Kartanyň üznüksizligi-bu kartografik şekiliň, kartanyň ähli nokatlarynda barlygy, onda boşluklaryň we ýolunmalaryň ýoklugyny görkezýän gurluşdyr. Kartalarda käbir kartografik proyeksiýalar bilen baglanyşykly üznelikleriň we boşluklaryň bolmagy mümkindir.

Kartanyň gözýetimliligi-bu okýýjynyň bir gezek kartada şekillendirilen çäge seretmegi bilen, nähili uly giňişlikde bolsa-da, şol çäk babatynda ýeterlik maglumatlary almagyny üpjün edýän gurluşdyr. Ýagny kartadaky obýektleriň ýerleşişiniň we özara arabaglynyşyklarynyň esasy kanunalaýyklyklaryny, esasy elementlerini we olaryň düzümini duýmaklykdan ybaratdyr.

Kartalaryň maglumat berijiligi-bu kartalaryň ýokary derejede maglumat berejiligi bilen alynýar. Olaryň şekillendirilýän birlik meýdanyna köp mukdarda şertli belgiler, mukdar häsiýetli

ululyklar, atlar we harp-sanlar düşýär. Meselem, ylmy-maglumatly kartalarda 1 dm kwadrat meýdana ýüzlerçe belgiler we ýazgylar düşýär. Adam ýönekeý göz bilen şu karta wizual seretmek arkaly maglumatlar toplumyny alýar, emma ol gizlin maglumatlary kartadan tapawutlandyryp bilmeýär. Gizlin maglumatlary almak üçin haýsy hem bolsa ölçeg tilsimleri, üýtgemeleri, logiki pikirlenmeleri geçirmek gerek bolýar.

Yokarda agzalan gurluşlar şu aşakdaky häsiýetler bilen baglanyşyklydyr:

1. Bizi gurşap alan köp ölçegli obýektler bilen, tekiz kartografik şekildäki şol obýektleriň arasyndaky kesgitlenen matematiki arabaglanyşygyň bolmagy bilen tapawutlanýar. Bu bolsa kartografik proyeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylmagy;

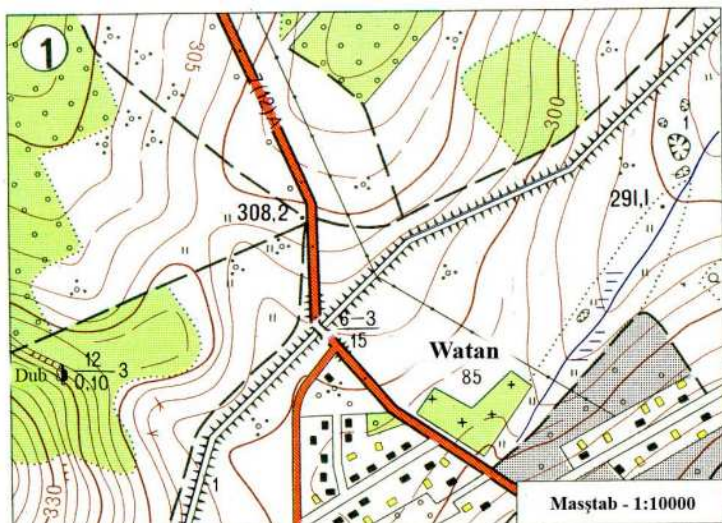
2. Şekillendirilýän obýektleriň çyzyk ölçegleriniň belli derejede kiçeldilmegi, bu kartanyň masştabynyň üsti bilen geçirilmegi;

3. Kartografik generalizasiýanyň üsti bilen ýeriň meňzeşlik çäginä saýlamak we jemleşdirmegi arkaly;

4. Ýeriň üstüni şekillendirmek üçin aýratyn şertli belgiler we şekillendiriş usullaryny, olaryň ulgamyny ulanmak bilen şertli baglanyşyklydyr.

Kartalara bildirilýän esasy talaplaryň biri hem, kartografik şekil bilen ýerdäki hakyky bar bolan obýektleriň arasyndaky geografik meňzeşligiň saklanmagydyr. Ol obýektler esasy meňzeş giňişlik arabaglanyşygyň çäginä we anyk ýeriň çäginä we anyk ýeriň çäginä geografik häsiýetleriniň aýratynlyklaryny suratlandyrmalydyr (4.2-nji surat).

Ýokary derejeli ölçejiligi üpjün etmek üçin geometrik takyklygyň bolmagy hökmanydyr. Kartadaky şekillendirilýän obýektler bilen ýerdäki hakyky obýektleriň ölçegleriniň gabat gelmegi geometrik takyklykdyr. Ol bolsa öz gezeginde masşabyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Kartanyň masşaby näçe ulaldygyça onuň ölçejilik takyklygy-da artýar, masşabyň kiçilmegi bilen bolsa kartanyň ölçejilik takyklygy peselýär.

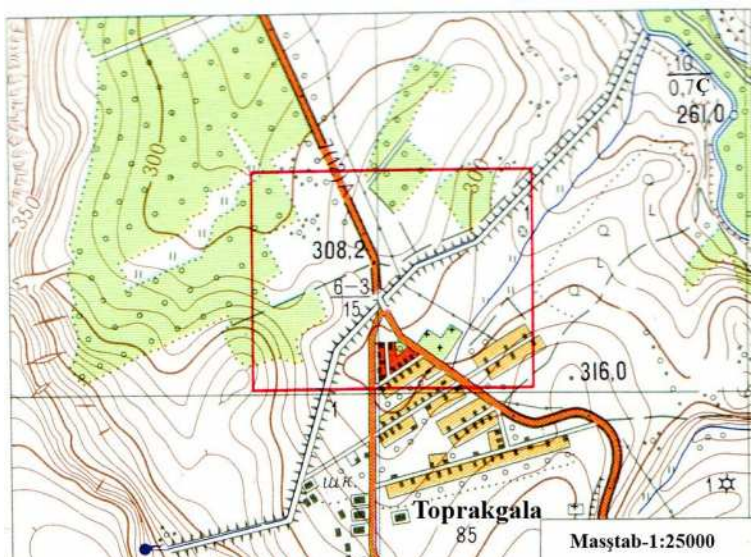


4.2-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartanyň mysaly.

Karta anyk bolmalydyr, onuň mazmunyny düzýän maglumatlar kesgitlenen senä degişli bolmalydyr. Kartanyň döwrebaplygy, onda şekillendirilen obýektleriň şu döwre degişliligi bilen kesgitlenýär. Ýöne bir zady bellemek zerurdyr. Mazmuny şu döwre degişli bolan karta ýokdur. Sebäbi kartany düzüp, çapdan çykarylýança in azyndan bir ýyl çemesi wagt gerek bolýar. Şu döwrüň içinde eýýäm şekillendirilýän çäkde belli bir derejede üýtgeşmeler bolup geçýär we kartanyň mazmunynyň könelmegine getirýär.

4.2. Topografiýa kartalarynyň görnüşleri

Bisiň **Garaşsyz Bitarap Türkmenistan** diýarymyzyň we **GDA** ýurtlarynyň yeriniň çägi üçin topografiýa kartalarynyň: *1:5000 we ondan uly masştably planlar, 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000 we 1:1000000, has seýrek ýagdaýlarda bolsa 1:300000 masştab hatary, kartalary düzmekde ulanylýar.*



4.3-nji surat. 1:25000 masştably topografiki kartasynyň mysaly.

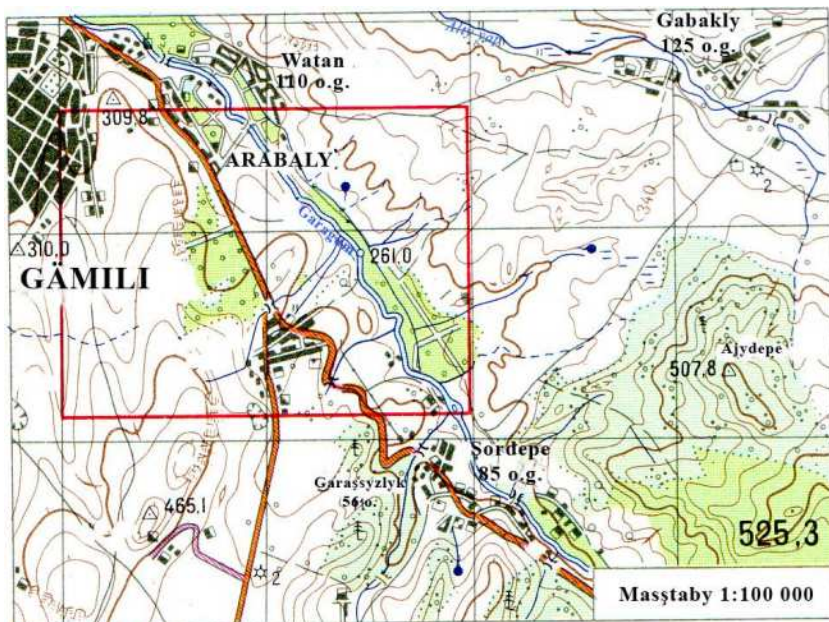
1:25000 masştably karta(1 sm-250 m)-bu karta hem iň takyk kartalaryň to-paryna girmek bilen, anyk we takyk maglymatlary kartadan ölçeg ýoly bilen almaga esas döredýär. Bu kartalarda halk hojalygy meýilnamalaşdyrmak we dürli görnüşli çäreleri amala aşyrmak maksadynda ulanylýar (4.3-nji surat).

1:50000 masştably karta(1 sm-500 m)-bu kartalar ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak, oriýentirlemek, halk hojalygynda dürli ylmy-amaly meseleleri çözmek üçin niýetlenendir.

1:100000 masştably kartalary(1 sm-1000 m) halk hojalygyny meýilnama-laşdyrmakda, dolandyrmakgy, ýer üstünde oriýentirlemekde, obýektleriniň gönüburçly koordinatalaryny, hem-de inženerli gurluşlary teswirlemek we ýeriň üstüni inženerli enjamlaşdyrmak maksatlarynda, ýeriň üstüni öwrenmek we onuň üstüniň gurluşyny bahalamakda ulanylýar.

1:200000 masştably karta(1 sm-2000 m)-bu Ýeriň üstüni öwrenmek we ba-halamak üçin ulanylýar. Ol şeýle hem halk hojalygynda takyk ylmy-amaly işleri geçirmekde giňden ulanylýar.

1:500000 masştably karta (1 sm-5000 m)-bu kartalar, ýer üstüniň umumy häsiýetlini öwrenmek we şekillendirilýän ýeriň çägin bahalamak maksadynda ulanylýar. Şonuň ýaly-da, bu kartalar halk hojalygynda dürli görnüşli ylmy-amaly meseleleri çözmekde ulanylýar.



4.4-nji surat. 1:100000 masştably topografiki kartanyň mysaly.

1:1000000 masştably karta(1 sm-10000 m)-bu kartalar ýeriň üstüni umumy bahalamak we uly geografiki sebitleriň tebigy şertlerini öwrenmekde we beýleki meseleleri çözmekde giňden ulanylýar (4.4-nji surat).

4.3. Topografiýa kartalarynyň täze görnüşleri

Topografiýa kartasyndaky şertli belgiler sistemasy, köp onýyllyklaryň do-wamynda, olaryň mazmunyna laýyk gelýär. Häzirki wagtda topografiýa karta-laryň çözüýän halk hojalyk we ylmy

meseleleri ýokary depginler bilen artýar, şonuň üçin täze görnüşli, mazmuny we maksady boýunça tapawutlanýan topog-rafiýa kartalary döretmek meselesi ýüze çykýar. Bu kartalar toplumyny ýöriteleşdirilen topografiýa planlary we kartalary, şäherleriň we obalaryň planlary, şelfiň topografiýa kartalary, derýalaryň, kölleriň we suw howdanlaryň kartalary, fotokartalar we ortofotokartalar, Ýeriň sanly modeli we başgalary goşýar.

Ýöriteleşdirilen topografiýa planlary we kartalary. Häzirki wagtda biziň Ga-raşsyz Bitarap Türkmenistan döwletimiziň halk hojalygynyň ýokary depginler bilen güýçli ösmegi, täze zawotdyr-fabrikleriň gurulmagy, demir we gara ýollarynyň gurulmagy, biziň ýaşayan ilatly punktlarymyzyň gazlaşdyrylmagy we awadanlaşdyrylmagy, welaýat merkezleriniň we ýurdumyzyň paýtagtynyň görülip eşidilmedik depginler bilen ösmegi, ýagny köçeleriň we şaýollaryň ýa-pynjasynyň täzelenmegi, täze binalaryň gurulmagy, seýilgähleriň birnäçesiniň gurulmagy, uly masştably topografiýa *kartalaryň 1:5000, 1:2000, 1:1000 we 1:500* surata almalaryň göwrüminiň ýyl-ýyldan artmagyny talap edýär.

Uly masştably surata almalar, dürli görnüşli binalary teswirlemek we olary ulanmak, şeýle hem Ýeriň üstki gatlagyndaky baýlyklary(resurslary) hasaba almakda, topografiýa esaslaryny üpjün etmek üçin zerur bolup durýar.

Öňler uly masştably surata almalary köp sanly proýektli-gözleg kärhana-larynyň gatnaşmagy, düzgün boýunça kiçi energiýaly we şu ugurlardan hünär-menler bolmadyk, uly bolmadyk uçastoklarda, şu kärhanalara gerek bolan möçberde ýerine ýetirilýärdi. Surata almalary amala aşyrmak, köp ýagdaýlarda topografiýa, geodeziýa işleri dublirlemek(ýeriň çäginde birnäçe gezek surata almak), şeýle hem bir-biri bilen maslahatlaşmazdan geçiripdirler.

Halk hojalygynyň häzirki wagtdaky güýçli ösüşi surata almak işleriniň has kämilleşen usullarynyň ulanylmagyny, olaryň guramaçylykly bileleşmegi, ähli ýygnaýan topografo-geodeziýa maglumatlaryň(köp taraplaýyn, köp maksatly, şeýle hem pudaklaýyn maksatly) Türkmenistanyň döwlet kartografiýa komite-tine geçirilmegi uly amatlyklary döredýär.

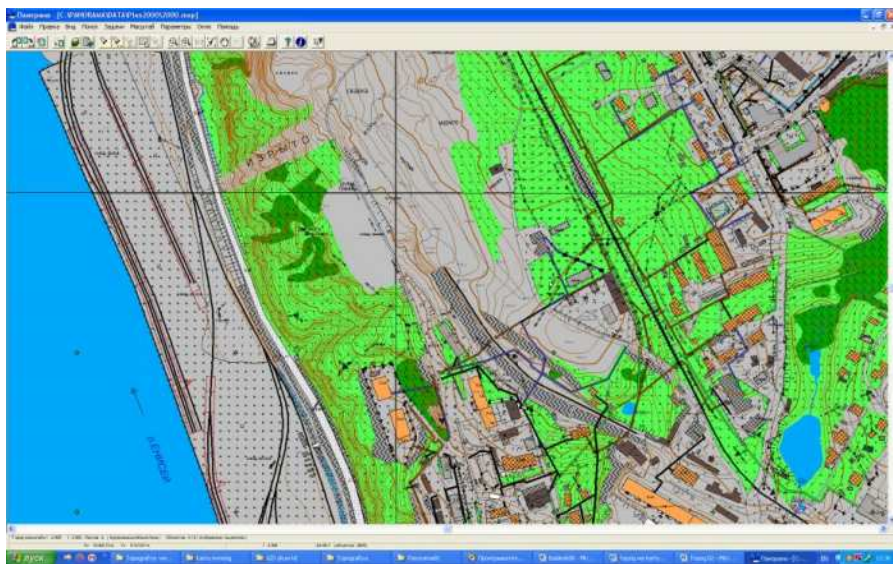
Ulanylyşy boýunça topografiýa planlary we kartalary: esasy(köp toparly,) we ýöriteleşdirilen(pudaklaýyn) ýalylara bölýärler. *Birinji topar kartalar*-umumy döwlet kartalary bolmak bilen, halk hojalygynyň dürli pudaklaryny topografiýa kartalara bolan isleglerini kanagatlandyrmak üçin niýetlenendir. Olar unufusirlenen(köp niýetli) mazmunly, ýeke-täk şertli belgiler ulgamynyň üsti bilen geçi-rilýär. Ýeriň çäginin relýefi topografiýa kartalary döretmekde goýulan maksat-lara laýyklykdaky takyklyk bilen şekillendirilýär; *Ilkinji pudaklaýyn niýetlenen kartalar-halk hojalygynyň aýratyn pudagynda* ýa-da özara ýakyn goşulýan pudaklar toparyny anyk meseleleriri çözmek üçin niýetlenen bolýar. Ýöriteleşdirilen topografiýa kartalary(planlary) döretmekde çäkke bar bolan ähli sudurlary şekillendirmek gerek bolman, goýulan maksada laýyk gelýän obýekt-lere degişli bolan bölegini almak, şeýle hem standart bolmadyk relýefiň kesişme beýikliginiň ulanylmagy, ýagny relýefiň kesişme beýikligini kiçeltmek ýa-da ulaltmak, sudurlary we relýefi suratlandyrmagyň takyklygyna bagly bolan talabyň ýokarlandyrylmagy mümkindir.

Ýöriteleşdirilen planlaryň we kartalaryň mysaly bolup, ýeriň meliorasiýa, oba hojalyk, halk hojalygynda gazylyp alynýan peýdaly baýlyklary gözlemek we barlamak, nebit senagatyň, senagatyň, gidroenergiýanyň we başga birnäçe halk hojalygynyň pudaklarynyň kartalary bolup biler.

Topogrfiýa fotokartalary-bu ýeriň üstüniň grafiki we topografiýa şekilleriniň goşulan(kombinirlenen) şekilidir. Biziň ýurdumyzda we GDA-nyň ýurtlarynda fotokartalar birinji jahan uruşynyň ahyrlarynda döredi. Olar uly masştably topografiýa kartalary çalşyýy hökmünde giň gollanma tapdylar. Ilki başda olar oriýentirlenen fotoplanlar bolmak bilen, adatça repredusirlenen ýoýulmak usuly bilen alnyp, koordinata torlary, ilatly punktlary, düşündiriş ýazgylary we beýik-lik belgileri, gidrigrafiýa tory we ýollar geçirilipdir. Soňra olarda gorizontallar döräpdir, olar örän kiçi masştably topografiýa kartalary bilen gabat gelip, has seýrek aerosuratlarda stereogurallaryň kömegi bilen geçirilipdir. Şular ýaly fotokartalaýň aýdyň kemçiligi, pes ölçeýjilik gurluşynyň we gowşak aýdyň-lygynyň bolmagydyr.

Gara-ak fotokartalar, şu ştrihli ýüklenen fotoplanyň poligrafiýa kabul etmek-ligi bolmak bilen, halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin gerek bolýar. Ştrihli kartanyň ýükini: matematiki esasy, gidrografiýa tory, beýiklik belligi, gorizontallary, ýollary, syýasy-dolandyryş araçäkleri we geografiýa atlaryň elementleri düzýär. Sary ýarym reňkli fotoplanlarda; *gidrigrafiýa-gök reňk, relýef-goňur*, galan obýektler gara reňkler bilen şekillendirilýär. Ilatly punktlar, olaryň atlaryny ýazmak, araçäginini we ösümligini hem-de topragyň häsiýetleri bolsa diňe aerofotosuratlarda berilýär.

Köpreňkli fotokarta reňklerde doly ýükli we topografiýa kartalary üçin şertli belgiler ulgamda alnan fotoplanydyr. Aerofotografiýa şekillerde reňkli öwüş-ginler üçin kartada ýörite alnan reňkler ulanylýar.



4.5-nji surat. GIS Panoramada 1:2000 masştably topografiki planynyň mysaly.

Ortofotoplanlar-geodeziýa esasyndaky ýer üstüniň fotografiýa şekilidir, onda differensial transformirmek ýoly bilen, ýagny merkezi proyeksiýany, berlen aerosuratyň ortogonal proyeksiýa

öwürýän, ýoýulmalary aýyrýan(relýef bilen baglanşykly) hem-de aerofotoapparatyň okunyň wertikal okdan gyşarmasy (surata almak wagty) aýrylandyr.

Fotokartalar we ortofotokartalar (planlar) adaty kartalardan uly aýdyňlygy, obýektiwligi, hem-de ýerde iň gowy oriýentir bolmak bilen, ýeriň möwsümleýin görnüşini berýär. Olar topografiýa surata almalaryň işleriniň doly kompleksi geçirilmänkä taýýarlanylýp we ulanylýp bilinýär. Emma foto we ortofotokartalar birnäçe kemçilikleri hem alýar. Olarda ýer üstüniň ösümlikler bilen(tokaýlar, gyrymsy tokaýlar) örtülen ýa-da dagyň kölegesinde ýerleşen elementler şekillen-dirilmeýär ýa-da olar düýbünden ýokdur. Aerofotosuratyň baý mazmuny, ýarym reňkli(tonly) şekilleriň az, ýeterlik kontrastlygy (goşulmagy) täsir edýär. Ýeriň üstüniň elementleriniň we ýerli jisimleriniň tanalmagy, ony ulanyjylar bolsa tanalan elementli, birmeňzeş şekilli, topografiýa kartalara mahsus gurluşlary işleýärler. Şol sebäpli doly bolmadyk, ştrihli ýüklenen, edil özbaşdak önüm görnüşli ortofotokarta, topografiýa kartany doly çalşyp bilmez.

Sanly kartalar-bu topografiýa kartalary awtomatik usul bilen döretmegiň esasynda, berlen aerosuratlary işlemekde ilki bilen ýer üstüniň sanly modelini döretmek pikiri goýulandyr (4.5-nji surat). Giňişlik koordinatalary sanlaryň kody, ýeriň üstün-däki obýektleriň häsiýetnamasyny we olary magnitli lentalarynda ýa-da başga informasiýalary göterijide belgilemek bilen alnyp barylýar.

4.4. Topografiýa kartalarynyň tapawutlanýan aýratynlyklary

Topografiýa kartalary we planlary özleriniň mazmuny boýunça umumy geografiýa kartalar toplumyna degişli bolup, maksadyna görä köp maksatlydyr-lar. Olar halk hojalygynyň dürli pudaklarynda we ylmy-amaly meseleleri çözmekde giňden ulanylýarlar. Olar ýurdumyzyň goranmak meselelerini çözmekde hem aýratyn möhüm ähmiýete eýedir. Topografiki kartalarda dürli görnüşli meseleleri çözmegiň gözi bolup durýar.

Tutýan meýdany boýunça topografiýa kartalary aýry ýurtlaryň kartalaryna degişlidir.

Topografiýa kartalary köp sahypaly, ýagny 1:1000000 masştably gözýetimli-topografiki kartanyň her bir sahypasynyň ($4^{\circ} \cdot 6^{\circ}$ ölçegdäki her bir sahypa), uly masştably birnäçe sahypalara bölünýär. Bu sahypalaryň şular ýaly bölünmegi, topografiýa kartalaryň ulanylyşyny we saklanyşyny ýeňilleşdirýär.

Topografiki planlara we kartalara edilýän talaplara görä ýokary geometriki takyklygy we meňzeşligi bilen tapawutlanýarlar. Bu bolsa, olaryň masştaby, geodeziki esasy, kartografiki proyeksiýanyň we şertli belgiler ulagamynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Topografiki kartalarda ýeriň üstüni şekillendirmek mümkin bolan dolylykda, meňzeşlikde we hakykylygynda geçirilýär.

Topografiki kartalary özleriniň masştablaryna baglylykda, dürli ölçegdäki sahypalarda çap edilýär. Olar şeýle hem her masştab üçin kesgitli geografiki diňligi we uzaklygy almagy bilen bir-birinden tapawutlanýarlar.

V. TOPOGRAFIKI KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY

5.1. Topografiki kartalaryň we planlaryň proyeksiýasy

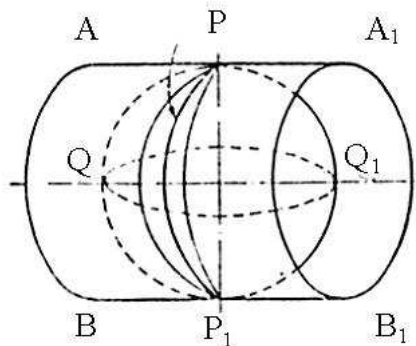
1891-nji ýylyň başynjy Halkara geografik kongresinde 1:1000000 masştably dünýäniň kartasyny çap etmek kararyny kabul etdi (5.1-nji surat). Bir az soňrak şu masştably kartanyň her bir sahypasy giňlik boýunça **4°-lyk**, uzaklyk boýunça **6°-lyk**, çäginä tutýanlygy kesgitlenildi. Şuňa laýyklyk-da, ýeriň üsti, şerti parallelleriniň ugury boýunça, her **4°-dan**, hatarlara bölünendir, hatarlary latyn elipbiýiniň baş harplary **A, B, S, ... Z** bilen belgilemek, ekwatorдан günorta we demir-gazyk polýuslara tarap kabul edildi. Birinji hatar, ekwator bilen araçäk-leşip **0°** giňlikli baha eýedir, demirgazykda **4°-lyk** parallel bilen araçäkleşýär. Ikinji hatar, günortada **4°-lyk** parallel bilen araçäkleşip, demirgazykda **8°-lyk** parallel bilen araçäkleşýär. Meridianlaryň ugry boýunça her **6°-dan** bölünendir. Jemi Ýer togalagynyň üsti **60 sany** zona gaplaýar. Olary arap sanlary **1, 2, 3, ... 60** bilen belgilemek şertleşdirilendir (5.2-nji surat). Birinji zona günbatarda **180°-lyk** meridian bilen araçäkleşip, gündogarda **186°-lyk** meridian bilen araçäkleşýär. Ikinji zona günbatarda **186°-lyk**, meridian bilen araçäkleşýär.

1:1000000 masştably karta edil **Halkara kartasy** görnüşinde düzülen bolsa, onda grafalara bölmeklik hem halkara adyny alýar. **P** guşaklykdan, ýagny **60°-dan** başlap sahypalar uzaklyk boýunça ikeldilen sahypada, **76°-dan** başlap **88°-a** çenli parallelleriniň arasyndaky kartalar döredilen sahypalarda düzülýär (2.3-nji surat). Meselem, *P-41, 42; Q-37, 38* ýa-da *T-39, 40, 41, 42; Y-37, 38, 39, 40, 41* we ş. m.

Ýer togalagynyň üsti, *1:1000000* masştably kartada meridianlaryň we parallelleriniň kesişmegi netijesinde **2640 sany** trapesiýa bölünendir.

Türkmenistanda topografik kartalary. *1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000* we ş. m. masştablarda, has seýrek *1:300000* masştablarda düzülýärler.

Topografik planlary 1:5000, 1:2000, 1:1000 we 1:500 masştablarda düzülýär.



5.1-nji surat. Gauss-Krýugerin kese silindrik proyeksiýasy.

Alnan masştablaryň ählisiniň bir masştabdan beýleki masştaba geçiş koefisiýenti (0.5 - 2.5) bar. Geçmek koeffisiýenti dürli masştably kartalaryň we plan-laryň deňligini üpjün edýär, olaryň deňeşdirilmegini gysgaldýar we olary ýeke-täk sistema geçirmäge mümkinçilik berýär.

Zonalar bilen çäklenen meridianlaryň uzaklygyny we zonanyň orta meridianyny hasaplamak üçin şu aşakdaky formulalary ulanmak bolar:

1. Gündogar ýarym togalak üçin:

$$L_{Gb}=6^{\circ}(n-1); \quad L_{Orta}=6^{\circ}n-3^{\circ}; \quad L_{Gd}=6^{\circ}n.$$

2. Günbatar ýarym togalak üçin:

$$L_{Gb}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ}-1); \quad L_{Orta}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ})+3^{\circ}; \\ L_{Gd}=180^{\circ}-6^{\circ} \cdot (n-30^{\circ}).$$

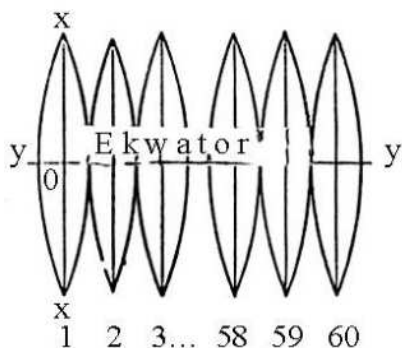
Bu ýerde L_{Gb} -zonanyň günbatar araçägindäki meridianyň uzaklygy; L_{Orta} -zonanyň orta meridianynyň uzaklygy; L_{Gd} -zonanyň gündogar meridianynyň uzaklygy; n -zonanyň tertibi.

1:5000 we **ondan uly masştably** topografiki planlaryny düzmekde üç graduslyk zonlardan peýdalanylýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianlary bilen altý graduslyk zonanyň orta meridiany ýa-da olaryň gyraýy araçäkleşýän meridiany gabat gelýär.

Birinji zonanyň üç graduslyk we alty graduslyk zonalarda orta meridian şol bir bahany alýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianynyň uzakly-gyny aşakdaky formula arkaly hasaplamak bolar:

$$L_{Orta} = 3^{\circ} n$$

Üç graduslyk zonada çyzyk ýoýulmasy, Türkmenistanyň ýeriniň çägi üçin 1:3500-den geçmeýär.



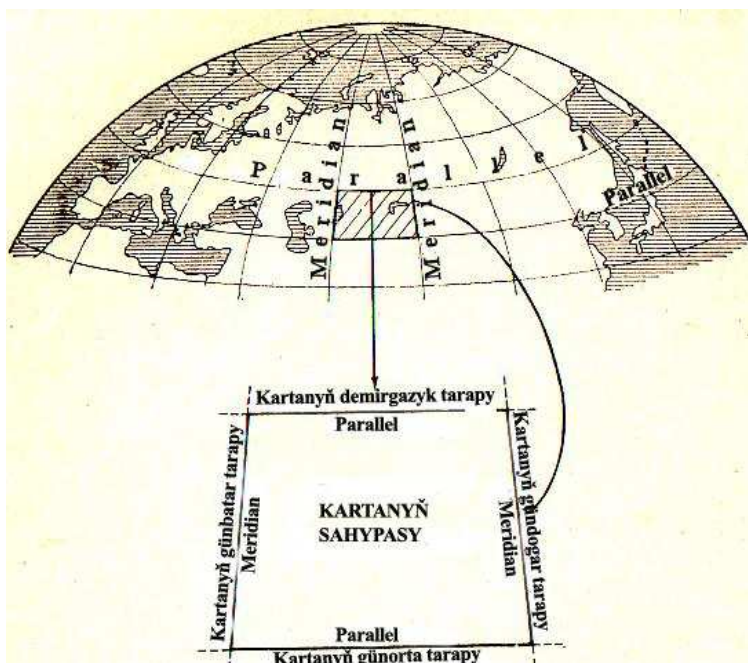
5.2-nji surat. Gönüburçly koordinatlar sistemasynyň zonallylygy.

Tekiz gönüburçly koordinatlaryň zonaly ulgamy, her bir zona üçin döredi-lendir. Zonanyň orta meridiany onuň oky hökmünde, ýagny *absissa*(XX) oky diýilip alynýar. Ekwatoryň çyzygyny bolsa *ordinata*(YY) oky diýip alýarlar.

Absissa okunyň demirgazyk we ordinata okunyň gündogar ugurlary *položitel*, absissa okunyň günorta we ordinata okunyň günbatar ugurlary *otrisatel* bahalary almagy bilen tapawutlanýar. Koordinatlar ulgamyndaky islendik nokadyň ýagdaýy **X** we **Y** bahalaryň ýerleşşi bilen kesgitlenilýär.

Biziň **Türkmenistan** diýarymyzyň ýeriniň çäginin demirgazyk ýarym togalakda ýerleşendigi sebäpli, onuň absissa okunuň alýan bahalarynyň ählisiniň položitel, emma ordinata okunyň alýan bahalary, özleriniň her bir zonada alamatlaryny üýtgedýär, ýagny zonada položitel we otrisatel bahalary alýar (5.3-nji surat). Bu ýagdaý hasaplama işleri wagtynda, belli derejede

kynçylyklary döredýär. Şu kynçylygy aradan aýyrmak maksadynda ordinata okunuň zonalar hasabyny 500 km günbatara süýşürýärler. Ok meridiandaky nokatlaryň ählisi 500 km-e deň bolan bahalary, ok meridianyndan gündogarda ýatan nokatlar 500 km-den uly, günbatarynda ýatan nokatlar bolsa, 500 km-den kiçi bahalary almagy bilen kesgitlenilýär.



5.3-nji surat. Topografiki kartasynyň sahypasyny çäklendirýän elementler.

Nokatlaryň şertli ordinatlaryny şu aşakdaky formulalaryň kömeginde kesgitlemek bolar:

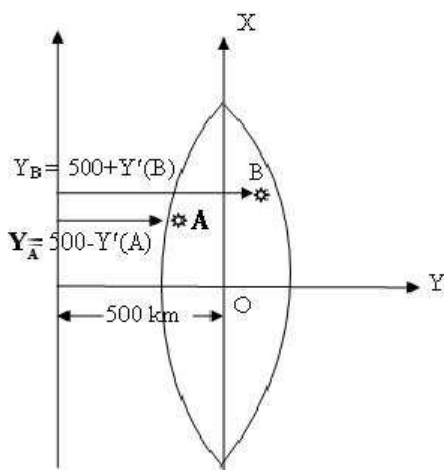
$$Y_{\text{şertli}} = 500000 - Y_{\text{hasap}} ; \quad Y_{\text{şertli}} = 500000 + Y_{\text{hasap}}.$$

Bu ýerde Y_{hasap} -Gauss-Krýügeriň gönüburçly koordinatlar tablisasy boýunça alnan nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde.

Koordinatlaryň başlangyç hasabynyň şular ýaly süýşürilmeginde alnan bahasyna *şertli ordinata* diýilýär (5.4-nji surat). Meselem, 1 we 2 nokatlaryň tablisadan alnan ordinatlary $Y_1 = -230456.7 \text{ m}$ we $Y_2 = 270955.0 \text{ m}$ bolsa, onda nokatlaryň şertli ordinatlary şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$Y_{1 \text{ şertli}} = 500000 - 230456.7 = 269543.3 \text{ m};$$

$$Y_{2 \text{ şertli}} = 500000 + 270955.0 = 770955.0 \text{ m}.$$



5.4-nji surat. Koordinatlaryň şertli ordinatlar sistemasynyň alnyşy.

Hasaplanan şertli ordinata bahalaryň önüne nokatlaryň ýerleşýän zonasynyň tertibi ýazylýar, eger-de 1-nji nokat 40-njy zonada, 2-nji nokat bolsa 41-nji zonada ýerleşen, nokatlaryň gutarnykly şertli ordinatlary şu aşakdakylar ýaly bolar:

$$Y_1 = 40 \ 269543.3 \text{ m we } Y_2 = 41 \ 770955.0 \text{ m}.$$

Bir zonanyň içinde, bir nokadyň üstünden geçýän koordinatlar okunuň çyzygy (ok meridia parallel çyzyk) bilen geografiki meridianyň ugry bagat gelmeýär we olaryň arasynda haýsy hem bolsa burç emele gelýär. Bu burça meridianlaryň ýakynlaşma burçy diýilýär we γ (gamma) harpy bilen belgilenýär. Ony şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

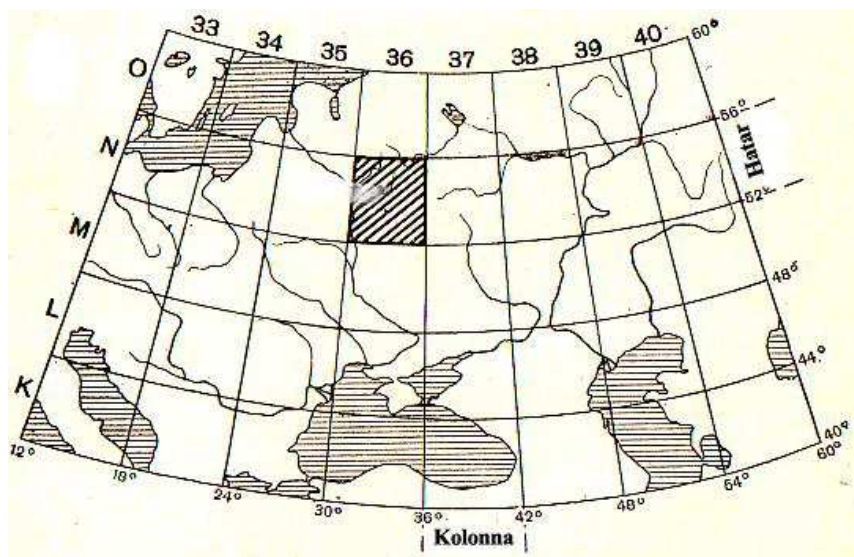
$$\gamma = (L_o - L_n) \cdot \sin B.$$

Bu ýerde L_o we L_n -ok meridianynyň we nokadyň üstünden geçýän meridian-laryň geografiki uzaklygy, gradusda; B -nokadyň geografiki giňligi, gradusda.

$L_o - L_n = 3^\circ$ tapawut in uly bahany zonalaryň araçağynde alýar. $\sin B$ -niň bahasy 0 -dan 1 -a çenli aralykdaky bahalary alýar, nokadyň giňligi bolsa $0^\circ - 90^\circ$ -a çenli çäklerde bolýar. $B = 0^\circ$ (ekwator) $\gamma = 0^\circ$, emma $B = 90^\circ$ -a (polýuslarda) deň bolanda $\gamma = 3^\circ$ bolar.

4.2. Topografiýa kartalary grafalara bölmek

Uly ölçegdäki kartalar köp sahypaly taýýarlanýar. Sahypalara bölmegiň she-masyna kartalaryň grafalara bölünmegi diýilýär. 1000000 masştably **Halkara kartasynyň** uly masştably birnäçe sahypalara bölünmegine aýdylýar. Grafalara bölmeklik iki görnüşli geçirilýär: *trapesiýaly* we *gönüburçly* geçirilýär (5.5-nji surat).



5.5-nji surat. Kartalary grafalar bölemek we olaryň nomanklaturalarynyň kesgitlenişi.

Gönüburçly grafalara bölmekde kartalaryň her bir sahypasy gönüburçly, saýlanyp alnan çarçuwasy bilen çäklendirilýär, karta gönüburçly koordinatalar tory ýa-da erkin çyzyklaryň kadasy(parallel we perpendikulýar çyzyklar görnüşli) alynýar. Normal silindrik proyeksiýalarda araçäkleşýän çyzyklar bolup meredianlar durýar. Gönüburçly grafalara bölmekligiň aýratynlyklary bolup-kartalaryň sahypalary ýeketäk bir formatda alynýar. Kagyzyň her bir sahypasyny standart(laýyk) ölçegde almaga, hem-de sahypany tygşytly ulanmak mümkin-çiligi bolýar. Aýratyn hem geografik atlaslaryň kartalarynyň sahypalaryny bir-birine amatlylyk bilen birleşdirmegi has-da oňalydyr. *Bu usulyň kemçiligi bolup, meridianlaryň we parallelleriň çyzyklarynyň ýerleşişini hyýaly oriýentir-lenen ýaly görkezýär(şeýle görnüş, ok meridiandan daşlaşdygyňa duýulýar)* we grafalara bölünen her bir sahypanyň bilelikde ulanmak mümkinçiligini kynlaşdyrýar. Gönüburçly grafalara bölmek adaty ýagdaýda köp sa-hypaly kartalar ýaly ulanylýar. Kartalary bir-birine sepleşdirmeli ýa-da kitap görnüşinde neşir edilmeli bolanda ulanylýar. Ony häzirki zaman to-pografik kartalarynyň taýýarlanyşynda *Angliýanyň, Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň, Şweýsaryýanyň, Belgiýanyň, Türkiýäniň we başga döwletleriň topografik kartalaryny* düzmekde ulanýarlar.

Trapesiýaly (gradusly) grafalara bölmekde çarçuwa hökmünde meridianla-ryň we parallelleriň çyzyklaryny ulanmak bilen çäklenilýär. Şu hili kesmekligiň artykmaçlygy: *her bir aýry sahypany bir-birine bagly bolmazdan guruh bolma-gydyr*, orta meridianyň iki tarapyňa baglylykda(otnositellikde) simmetrik ýerleşmegi, her bir sahypa üçin özbaşdakdyr (2.5-nji surat). Emma bu grafalara bölmeklik her bir sahypasynyň ölçegleriniň bir meňzeş dälligi bilen tapawutlanýar. *Meridianlaryň ýakynlaşma* burçuna baglylykda polýuslara, ugurlara, geografik giňligiň ulalmagy bilen sahypanyň ölçegleri progressiw azalýar ýa-da kiçelýär. *Gradusly grafalara* bölmeklik köp ýurtlaryň, öňki SSSR-iň çäğine girýän we oňki sosialistik lageriň ýurtlarynyň topografik kartalaryny gurmak üçin esas bolup durýar. Ol häzir hem GDA-nyň düzümine girýän ýurtlarda giňden goldanylýar.

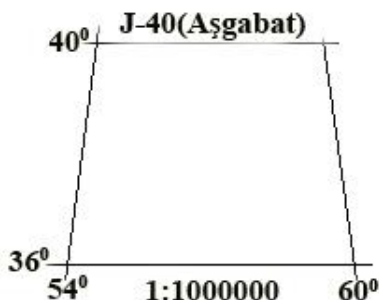
5.3. Topografiki kartalaryň nomenklaturasy

Kartalaryň nomenklaturasyny kesgitlemek üçin şol sahypada ýerleşýän punktuň geografiki koordinatlary berilýär. Meselem, **Aşgabat şäheriniň** geografiki koordinatlary $B=39^{\circ}14'45''$, $L=55^{\circ}47'57''$ deň bolsa, ilki bilen nokadyň ýerleşýän hataryny(N) şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$N=B(\varphi)/4^{\circ}+1;$$

Soňra nokadyň ýerleşýän zonasyny(M) şu aşakdaky formulanyň esasynda tapýarys:

$$M=L(\lambda)/6^{\circ}+(30+1)$$



5.6-njy surat.

Biziň mysalymyz üçin punktyň ýerleşýän hatary we zonasý şu aşakdakylar ýaly bolar:

$$N=39^{\circ}14'+1=10$$

ýagny punktyň ýerleşýän hatary 10-njy, J bolar.

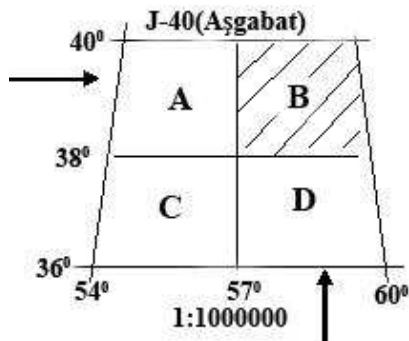
Punktuň ýerleşýän zonasý:

$$M=55^{\circ}48'+(30+1)=40$$

ýagny 40-nji zona bolar (4.6-njy surat).

1:1000000 masştably kartanyň nomenklaturasy(sahypanyň belgilenişi) tapylanda, zonada ýerleşen nokadyň geografiýa

koordinatalaryndan peýdalanylýar. Ony tapmak üçin ilki bilen onuň ýerleşen hatary, soňra ýerleşen zonasy tapylýar.

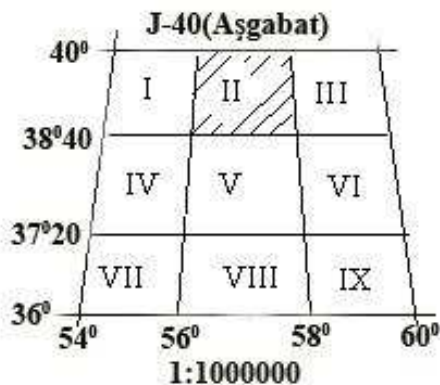


5.7-nji surat.

Meselem, **Aşgabat** şäheriniň ýerleşýän nomenklaturasy **J-40** (5.6-njy surat), **Nebitdag** şäheriniň nomenklaturasy **K-40**, **Mary J-41**, **Türkmenabat J-41**, **Daşoguz K-41**, Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça 4° , uzaklyk boýunça bolsa 6° -lyk bahalary alýar.

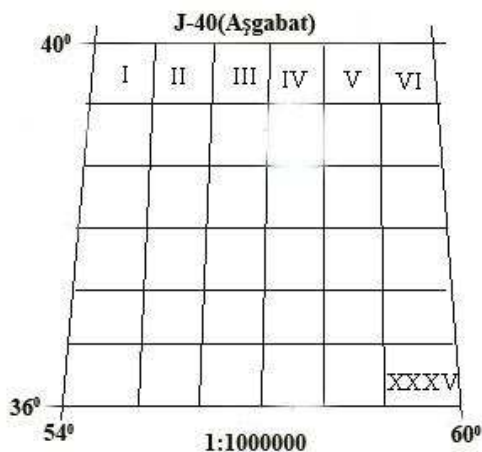
$1:500000$ masştably topografik kartanyň nomenklaturasy tapylanda, zonadaky ýerleşen nokadyň, berlen geografik koordinatalary arkaly tapylýar. Ony tapmak üçin $1:1000000$ masştably kartany jemi dört sany sahypa bölüp, olary uly **A**, **B**, **C** we **D** harplary bilen belgileýäris (5.7-nji surat). Olaryň her bir sahypasynyň ölçegleri, uzaklyk boýunça 3° , giňlik boýunça 2° bahalara deňdir. Meselem, ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-B** bolar.

$1:300000$ masştably topografik kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin, $1:1000000$ masştably kartany jemi 9 sany sahypa bölýäris, olaryň her birini rim sanlary ýaly **I**, **II**, **III** ... **IX** bilen belgileýäris. Sahypalaryň ölçegleri uzaklyk boýunça 2° , giňlik boýunça bolsa $1^{\circ}20'$ bahalary alýar (5.8-nji surat). Bu ýerde bir zady belläp geçmek gerekdir, ýagny nokadyň ýerleşen sahypasynyň nomenklaturasy ýazylanda, **1:1000000** masştably kartanyň ady ilki bilen ýazylman, onuň yzyndan ýazylýar, meselem sahypanyň nomenklaturasy **III-J-40** bolar.



5.8-nji surat.

1:200000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin *1:1000000 masştably kartanyň* sahypasyny jemi *36 sany* sahypa bölmeli bolýarys we olaryň her bir sahypasyny rim sanlary **I, II, III ... XXXVI çenli** belgileýäris. Nokadyň ýerleşen trapesiýasyny tapmak üçin islendik masştabda, onuň geografiýa koordinatalaryndan peýdalanmaly bolýarys (5.9-njy surat). Sahypanyň ölçegleri uzaklyk boýunça **1°00'** bolup, giňlikde **0°40'** bahalary alýar. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-XXX** bolar.

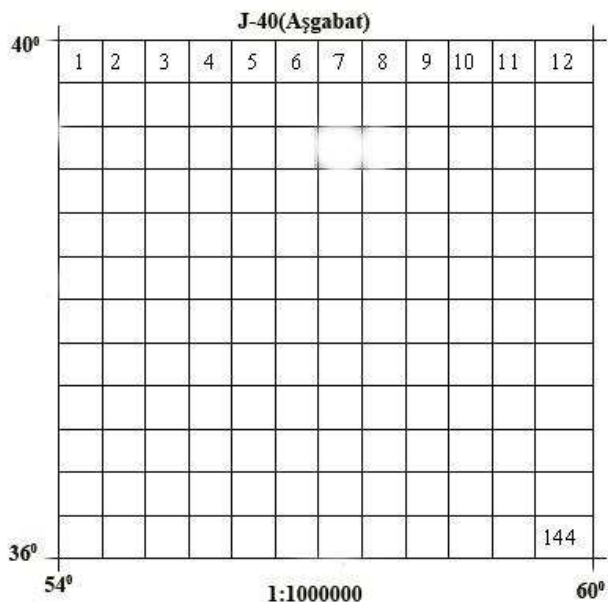


5.9-njy surat.

1:100000 masştably kartalaryň nomenklaturasyny tapmak üçin *1:1000000 masştably kartanyň* nomenklaturasyny jemi **144 sany** sahypa bölýäris. Bölünen her bir sahypany arap sanlary **1, 2, 3,...144** bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri, giňlik boýunça **0°20'** bolup, uzaklyk bolsa **0°30'** deňdir. Ştrihlenen sahypanyň nomenklurasy **J-40-64** bolar (5.10-njy surat).

1:100000 masştably kartalardan uly bolan kartalaryň nomenklurasy tapylanda, esas hökmünde *1:100000 masştably topografik kartanyň* nomenklurasy alynýar.

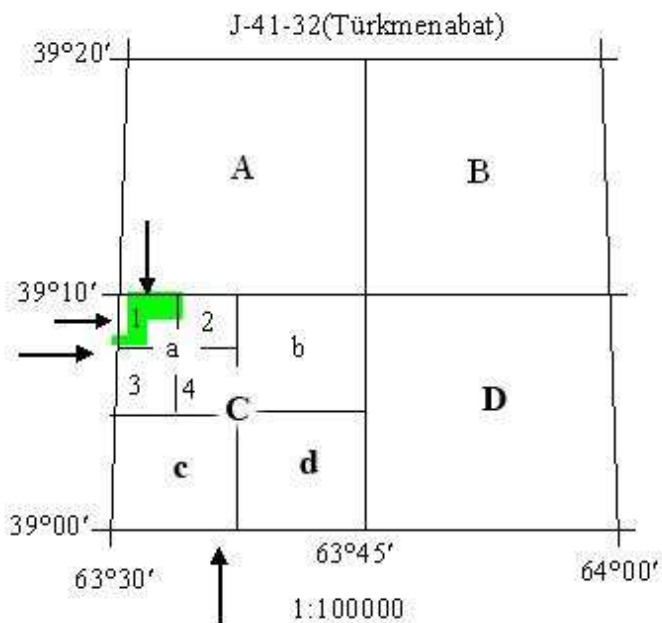
1:50000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin *1:100000 masştably kartanyň* sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris (5.11-nji surat). Sahypanyň her birini uly **A, B, C we D** harplary bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **0°10'** bolup, uzaklyk boýunça bolsa **0°15'** bahalara deňdir. *1:50000 masştably kartanyň* mysaly nomenklurasy **J-40-64-B** bolar.



5.10-njy surat.

1:25000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:50000 masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris, her bir bölünen sahypany kiçi **a, b, c, we d** harplar bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça $0^{\circ}05'$ bolup, uzaklyk boýunça bolsa $0^{\circ}07.5'$ deň bolar. sahypanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-64-B-a** bolar.

1:10000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:25000 masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölüp, olary arap sanlary **1, 2, 3 we 4** bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça $2'30''$, uzaklyk boýunça bolsa $3'45''$ bolar. Sahypanyň mysaly nomenklaturasy *J-40-64-B-a-1* bolar. Sahypanyň ölçegleri 5.1-nji tablisada berlen.



5.11-nji surat.

Sahypanyň ölçegleri we olaryň nomenklaturasy

Masştablar	Giňlik boýunça ölçeği	Uzaklyk boýunça ölçeği	Mysaly nomenklaturasy
1:1000000	4°00'00"	6°00'00"	J-40
1:500000	2°00'00"	3°00'00"	J-40-A
1:300000	1°20'00"	2°00'00"	III-J-40
1:200000	0°40'00"	1°00'00"	J-40-XXX
1:100000	0°20'00"	0°30'00"	J-40-64
1:50000	0°10'00"	0°15'00"	J-40-64-B
1:25000	0°05'00"	0°07'30"	J-40-64-B-a
1:10000	0°02'30"	0°03'45"	J-40-64-B-a-1

Topografiýa kartalarynyň gerek bolan nomenklaturasyny tapandan soňra, olaryň çäklendirýän meridianlary we parallelleri boýunça, *Gauss-Krýugeriň koordinatalar* tablisasynyň esasynda, burçlarynyň gönüburçly koordinatalaryny, her bir sahypa boýunça meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny we sahypalaryň ölçeglerini alýarys hem-de, alnan maglumatlar esasynda trapesiýany gurup dogry gurlanlygy barlanýar.

Ramkanyň burçlaryndaky nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemek üçin **Gauss - Krýugeriň** gönüburçly koordinatlar tablisasyndan peýdalanylýar. Bahalaryň tapylyşy 5.2-nji tablisada berlendir.

Koordinatlary 1:25000 masştably karta üçin tapalyň. Bu trapesiýa şu aşakdaky meridianlar we paralleller bilen çäklenendir:

$$B_D=38^{\circ}15', B_G=38^{\circ}10' \text{ we } L_{Gb}=55^{\circ}45', L_{Gd}=55^{\circ}52'30''.$$

Trapesiýanyň ramkasyny gurmak üçin tablisadan Gauss-Krýugeriň koordinatlaryny alýarys we tablisada ýazýarys.

X we Y koordinatlary tablisadan J - guşaklygy boýunça tapýarys. Absissanyň bahalaryny üýtgetmän, emma ordinatlaryň bahalaryny 500000 m alamaty bilen goşup şertli ordinatlaryň bahalaryny alýarys we alnan bahanyň önüne zonanyň tertibini goýýarys. Biziň mysalymyzda nokatlaryň 40-njy zonada ýerleşenligi

sebäpli olaryň hasaplanan şertli ordinatlarynyň öňüne 40 sany goýýarys. Mysal:

$$Y_{1\text{ şertli}} = 500000 + (-109420.7) = 390579.3 \text{ m}; Y_{1\text{ şertli}} = 40390579.3 \text{ m}$$

$$Y_{2\text{ şertli}} = 500000 + (-98478.3) = 401521.7 \text{ m}; Y_{2\text{ şertli}} = 40401521.7 \text{ m};$$

5.2-nji tablisa

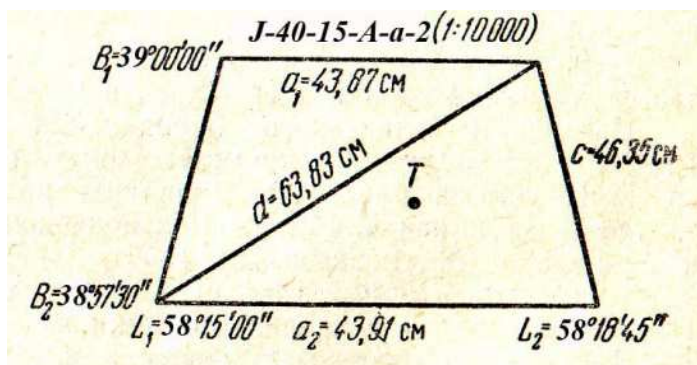
Trapesiýanyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş tablisasy

$\begin{array}{c} L \\ L_0 \\ B \quad l = L - L_0 \end{array}$	55°45'00"	55°52'30"
	57°00'00"	57°00'00"
	-1°15'00"	-1°07'30"
Absissa		
38°15'	4236061,5 m	4235921.3 m
38°10'	4226811.0 m	4226670.7 m
Ordinata		
38°15'	-109420.7 m	-98478.3 m
38°10'	-109545.5 m	-98590.6 m
Şertli ordinata		
38°15'	40390579.3 m	40401421.7 m
38°10'	40390454.5 m	40401409.4 m
Meridianlaryň ýakynlaşma burçy		
38°15'	-0°46'26"	-0°41'48"
38°10'	-0°46'21"	-0°41'43"
Orta bahasy	-0°44'23"	-0°41'45"
Sahypanyň çäginde	-0°43'04"	

Meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny tablisadan *J-guşaklyk* boýunça alýarys. Soňra, trapesiýany gurmak işine girişýäris.

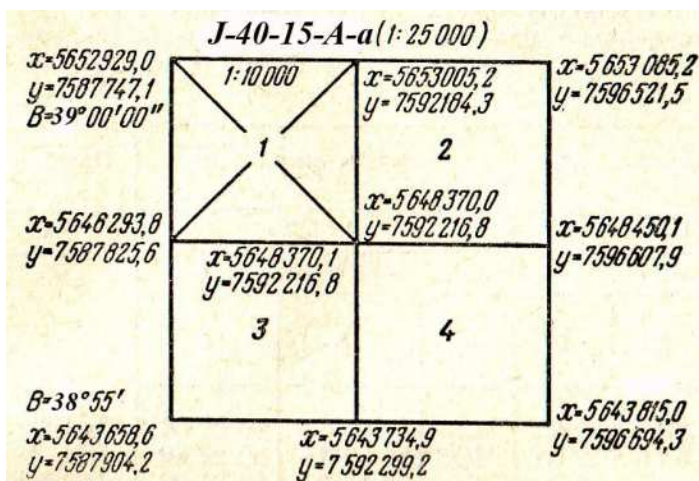
Trapesiýany gurandan soňra, onuň guruluşynyň dogrulygyny tablisadan alnan ölçegleri deňeşdirmek arkaly barlanylýar. Tablisadan alnan ölçegler şu aşakdakylardyr (5.12-nji surat):

$$a_1 = 31.80 \text{ sm}, a = 31.86 \text{ sm}, d = 48.9 \text{ sm}, c = 37.11 \text{ sm we } P = 73.98 \text{ sm}^2$$



5.12-nji surat. Gauss – Krýugerin gönüburçly koordinatlar tablisasyndan alnan 1:25000 masştably kartanyň mysaly berlenleri.

Bu ýerde a_1 – trapesiýanyň demirgazyk esasynyň uzynlygy; a – trapesiýanyň günorta esasynyň uzynlygy; c – trapesiýanyň gapdal tarapyň uzynlygy; d – trapesiýanyň diagonalynyň uzynlygy; P – trapesiýanyň meýdany.



5.13-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartasynyň parametrleriniň berlişi.

5.4. 1:5000 we ondan uly topografiki kartalaryň (planlaryň) nomenklaturasyny kesgitlemek

1:5000 we ondan uly masştably surata almagyň ramkalarynyň burçlarynyň görnübürçly koordinatlaryny kesgitlemekde Gauss-Krýugerini tablisasynyň uly masştably topografiki kartalary üçin niýetlenen görnüşinden peýdalanmak bolar. Koordinatlar üç graduslyk zonada berilýär. Bu ýagdaýda ok meridianlary 3°-a kratny bahalary almak bilen tapawutlanýar. 1:5000 masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň gönübürçly koordinatlaryny interpolirlmek ýoly bilen 1:2000 masştably kartanyň ramkasynyň burçlarynyň koordinatlary kesgitlemek bolar.

1:5000 masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň görnübürçly koordinatlarynyň kesgitleniş mysalyny tablisadan görmek bolar. Koordinatlaryň ululygy we kartanyň ramkasynyň ölçegleri “Gönübürçly koordinatlaryň, ramkanyň we meýdanlaryň ölçegleriniň tablisasy” kitabyndan alynýar (5.3-nji tablisa).

5.3-nji tablisa

1:5000 masştably topografiki planynyň koordinatlaryny kesgitlemek

Trapesiýanyň nomenklaturasy we geografiki koordinatlary, gradusda						Gönüburçly koordinatlary, metrde	
1:1000000			1:5000				
J - 40			J-40-I- (45)			x	y
	B	L		B	L		
1	2	3	4	5	6	7	8
DGb	40°00'	60°00'	DGb	39°57'30"	55°22'30"	6649606.2	20951.6
GGb	36°00'	54°00'	GGb	39°56'15"	55°22'30"	6647285.1	20964.7
DGd	40°00'	60°00'	DGd	39°57'30"	55°24'22"	6649916.5	22697.5
GGd	36°00'	54°00'	GGd	39°56'15"	55°24'22"	6647295.4	22711.8

• Planşetleri grafalara bölmegiň esasy 1:5000 masştably planlaryň kwadratlary durýar. Olara arap sanlary 1, 2, 3 we 4 sanlar

bilen belgilenilýär. Her bir kwadrat 1:2000 masştably dört kwadrata bölünýär (5.4-nji tablisa). Olaryň her biri Türkmen elipbiýiniň *A, B, Ç* we *D* baş harplary bilen belgilenilýär. 1:2000 masştably kartanyň sahypasy san we harplar bilen belgilenilýär. Meselem , **2-B**.

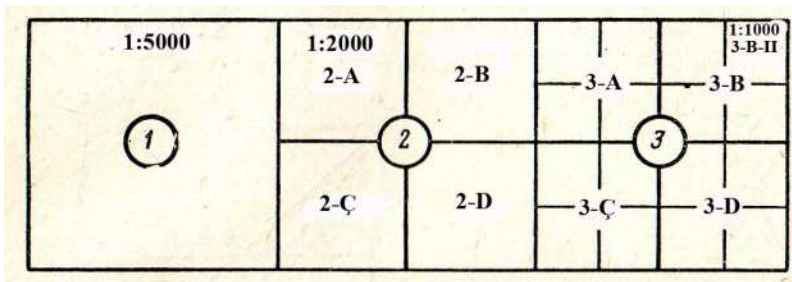
5.4-nji tablisa

Topografiki planlaryň sahypalarynyň ölçegleri

Masştablar	Plandaky kwadratlary ölçegleri, sm-de	Ýeriň üstündäki kwadratyň taraplarynyň uzynlygy, km-de	Kwadratlaryň meýdany, ga
1	2	3	4
1:5000	40 x 40	2.0	400.0
1:2000	50 x 50	1.0	100.0
1:1000	50 x 50	0.5	25.0

• *1:1000* masştably kartanyň nomenklaturasyny *1:2000* masştably kartanyň sahypasyny dört bölege bölmek bilen kesgitlemek bolar. Olaryň her birini rim sanlary **I, II, III** we **IV** bilen belgilemek kabul edilendir. Sahypalaryň umumy belgilenmesi üç belgi bilen amala aşyrylýar (5.14-nji surat). Meselem, **3-B-II**.

• Surata almagyň esasy teodolit ýörelgesiniň üsti bilen berlen masştab üçin görkezmeleriň esasynda alnyp barylýar.



5.14-nji surat. 1:2000 we 1:1000 masştably topografiki planlarynyň nomenklaturasynyň kesgitlenişi.

VI. TOPOGRAFIKI KARTALARDAN GEOGRAFIKI OBÝEKTLERI ÖWRENMEK

6.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje

Topografiki kartalardan ýurdumyzyň ýeriniň çäginä geografik jähtden öwrenmek, halk hojalygynyň dürli pudaklaryny alyp, olar boýunça köp görnüşli amaly meseleleri çözmeklik hem-de dürli işleri geçirmek maksady bilen peýdalanylýar. Topografiki kartalary ýeriň üstüniň çäginä öwrenmek we özleşdirmeklik bilen baglanyşykly bolan ylmy we hojalyk işleri geçirmekde, möhüm ähmiýetli bahany alýar.

Topografiki karta düşünmek üçin ilki bilen ondaky şertli belgileri bilmek gerekdir. Kartadaky şertli belgiler geografiki obýektleri suratlandyrýar. Diýmek, şertli belgileri bilenden soňra, kartadaky dürli geografiki obýektleri teswirlemek we olar dogrusyndaky köp sanly maglumatlary almak bolar.

Kartada suratlandyrylýan geografiki obýektler bir-biri bilen aýrylmaz bagla-nyşyklydyr. Meselem, kartada teswirlenen ýeriň üstüniň relýefine seredip, şu ýeriň çäginä gidrografiýasy babatynda, relýef we gidrografiýasyndan-ösümlik we toprak örtügi dogrusynda, ilatly punktlary hem-de aragatnaşyk ýollary hakyndaky maglumatlary almak bolar. Şeýle hem, territoriýanyň näçe özleşdirilenligini bilmek bolar. Şonuň üçin, topografiki kartany öwrenmekde şertli belgileri bilen bir hatarda, kartadaky dürli geografiki obýektleriň bir-birine baglylykda üýtgeýşini görmek bolar. Netijede, ýeriň çäginä geografiki häsiýetlerini öwrenmek bolar.

Topografiki kartalaryň mazmuny, relýefi, sudurlaryň şekillendiriş takyklygy we arabaglanyşygy, kartany öwrenmek we ondan peýdalanmagyň yzgiderliligi, kabul edilen şertli belgileriň sypatyna, aýdyňlygyna, berkligine we beýleki häsiýetlerine baglydyr. Şonuň üçin hem topografiki kartada ýeriň çäginä geografiki taýdan dogry, amatly we ýeňil teswirlemegi berýän şertli belgileri işlemek uly ähmiýete eýedir.

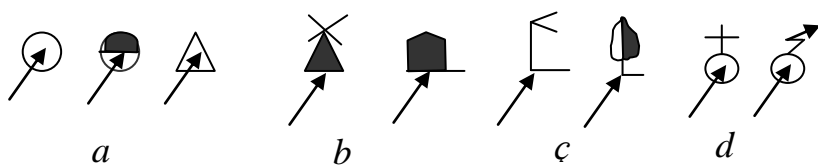
Topografiki kartalara bolan talaplaryň artdygy saýyn, ylym we tehnika rowaç-landy, şonun üçin topografiki şertli belgileri hem kämilleşdirilýär. Ilatly punkt-lar, ýer üstüniň relýefi, ösümlük we toprak örtügi we beýlekileriň perspektiwaly şertli belgileriniň ýerine takyk we ýeňil teswirlemäge mümkinçilik berýän hem-de kartalardan peýdalanmagy ýeňilleşdirýän amatly şertli belgileriň ulgamy kabul edilýär. Biziň Gasaşsyz Bitarap Türkmenistan döwletimiziň kartografiýa komitetiniň alyp barýan ylmy işleriniň netijesinde, ylmy taýdan esaslandyrylan, takyk kada girizilen şertli belgileri döredilýär we ulanylýar. Türkmenistanyň topografiki kartalarynda jemi 700-den gowrak esasy şertli belgi we 400-den gowrak goşmaça belgiler ulanylýar. Türkmenistanyň topografiki kartalarynda ýer üstüniň sudurlary mahsus şertli belgileri bilen aşakdaky toporlara bölüp:

- a) ýer üstüniň relýefi;
- b) ýer üstüniň gidrografiýasy;
- ç) ösümlük we toprak örtügi;
- d) aragatnaşyk ýollary we serişdeleri;
- e) ilatly punktlary;
- ä) sena-gat, oba hojalyk we medeni-durmuş obýektleri;
- m) araçakler;
- n) oriýentir üçin ähmiýetli möhüm obýektleri görkezilýär.

Topografiki kartalarda ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen, beýleki birnäçe sudurlar bolsa şertli belgileri bilen teswirlenilýär. Şu ýerde bir zady bellemek has-da zerurdyr, ýagny ýeriň üstündäki birnäçe ownuk-uşak obýektleri we häsiýetleri gorizontallar we topografiki şertli belgiler bilen teswirlenen görnüşinde, kartany okamagy we ondan peýdalanmagy kynlaşdyrýär. Şonuň üçin, topografiki kartalaryň her biri, özleriniň maksadyna we masştabyna seredilip, şu ýerde bar bolan obýektler we olaryň öz häsiýetlerine görä, umumylaşdyrylyp görkezilýär. Şular ýaly saýlap almak we umumylaşdyryp teswirlemäge *kartografiki generalizasiýa* diýilýär. Generalizasiýanyň kartany we plany düzmekde ähmiýeti diýseň ulydyr.

Topografiki şertli belgileriň häsiýetine hem-de ýerine ýetirýän funksiýasyna seredip: *masştably(sudurly)*, *masştabsyz* we *düşündiriş belgilerine* bölýärler. Käbir edebiýat çeşmelerinde şertli

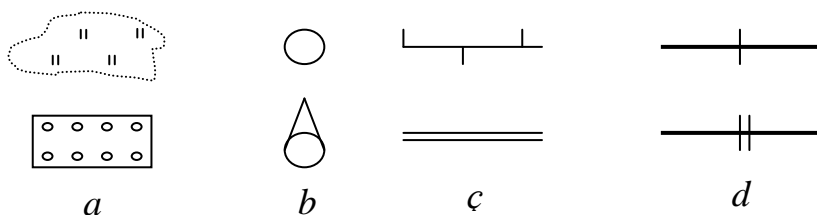
belgileriň üçünji toparý çyzykly belgileri diýip atlandyrylýar. Masştably ýa-da sudurly şertli belgileri bilen kartanyň masştabynda görkezmek mümkin bolan şekiller meselem, orulýan ýerler, sürülýän ýerler, öri meýdanlary, tarp ýerleri, baglar(miweli, tutly, üzümli we beýlekiler), batgalyklar, köller we ş. m. teswirlenilýär. Masştably şertli belgileri bilen teswirlenen sudurlaryň uzynlygyny, giňligini we meýdanyny kesgitlemek mümkündür. Sudurly şertli belgileri bilen teswirlenen şekilleri, bir-birinden tapawutlandyrmak maksadynda, her bir suduryň içine(çäGINE) şu suduryň şertli belgisi goýulýar ýa-da suduryň çägi dürli reňkler bilen boýalýar. Meselem, *ösümlik örtügi-ýaşyl, köl-gök* we ş. m. reňkler ýalydyr. Toruň içinde berlen şertli belgisi teswirlenen sudurlaryň ýagdaýyny we ölçeglerini görkezmeýär. Muňa mysal edip: baglaryň çäginde ýerleşdirilen tegelekler, şu baglardaky daragtlaryň sanyny görkezmeýär.



6.1-nji surat. Masştabsyz şertli belgiler bilen obýektleriň ýerleşen yeriniň kesgitlenişiniň mysaly.

Masştabsyz şertli belgiler bilen obýektleri şekillendirmegiň mysalyna seredip geçeliň. Onda obýektler geometriki figuralaryň merkezi boýunça (6.1-nji a surat), giňlik esasyň ortasy boýunça (6.1-nji b surat), belginiň esasyndaky göni burçuň depesi boýunça (6.1-nji c surat) we çyzlşyrymly figuranyň aşaky figurasynyň ortasy boýunça (6.1-nji d surat) kartalarda şekillendirilýär.

Kartanyň masştabynda görkezip bolmaýan kiçi obýektler, meselem, ýeke agaçlar, guýylar, köprüler we beşgalar masştabsyz şertli belgileri bilen teswir-lenýär. Şular ýaly obýektler kartanyň masştabynda nokat bilen görkezilýär. Nokat, şekiliň ýagdaýyny, şertli belgi bolsa onuň nähili görnüşdedigini surat-landyryr. Kartada seýle sudurlaryň arasyndaky aralygy ölçemekde we koor-dinatlaryny kesgitlemekde, suduryň ýagdaýy sypatynda ýokarda görkezilen nokatlar alynýar(6.2-nji surat).



6.2-nji surat. Şertli belgileriň mysallary: *a*-meýdanly; *b*-masştabdan daşary; *ç*-çyzykly; *d*-birmeňzeş belgiler.

Meselem, tegelek, kwadrat, gönüburçlyk, ýyldyz, piramida, kub we ş. m. görnüşünde teswirlenen sudurlaryň ýerdäki ýagdaýy, şertli belginiň merkezine, ýeke agajyň, ýol we kilometrli görkezijiniň ýagdaýy bolsa şertli belginiň düýbüne gabat gelýär. Ýollar, ýodalar, ýagny uzalyp gidýän çyzyklar görnüşindäki sudurlar hem masştabsyz şertli belgileriň kömegi bilen teswirlenilýär. Olaryň hakyky uzynlygy, kartanyň masştabynda görkezilip, ini masştabyň kiçelmegi bilen masştabdan daşary häsiýeti alýar. Çyzyk görnüşli obýektler ýerdäki ýagdaýy, kartadaky şertli belginiň uzalan okuna dogry gelýär.

Ilatly punktlar, baglar, ekerançylyk meýdanlary ýaly uly sudurlar, kartanyň masştabyna seredilip, masştably ýa-da masştabsyz şertli belgileri bilen teswir-lenilmegi mümkindir. Meselem, ilatly punktlar uly masştably kartalarda sudurly şertli belgiler bilen, emma masştabynyň kiçelmegi netijesinde masştabsyz häsi-ýeti alýar.

Sudurly we masştabsyz şertli belgiler bilen teswirlenen şekilleri goşmaça gör-nüşinde häsiýetlendiriş we olaryň torlaryny görkezmek maksadynda *düşündiriş şertli belgileri* ulanylýar. Orulýan ýeriň suduryňň çäginde berilýän, orulýan ýeriň toruny görkeziji şertli belgi we derýanyň akymyny we onuň akýş tizligini görkezýän dil we san düşündiriş şertli belgilere mysal bolup biler. Başga-da derýanyň çuňlugyny, onuň düýbüniň topragyny, batgalygyň çuňlugyny, derýa-nyň adyny we ş. m. mysal getirmek bolar. Topografiki kartalarda berlen sanlar, harply bellikler we ýazgylar düşündiriş şertli belgileriň hyzmatyny ýerine ýetirýär.

Sudurlaryň ululy-kiçiligine we ähmiýetine seredip topografiki kartalarynda her görnüşli ululyklardaky harplar(şriftler) ulanylýar. Meselem, ilatly punkt-lardaky atlary, şu ilatly punktda

ýaşaýan adamlaryň sany we möhüm syýasy-dolandyryş ähmiýetine seredip dürli ululykdaky we ýapgyt harplar bilen tapawutlandyryp ýazylýar.

Topografiki kartada teswirlemeleriň bir-birinden tapawutlanmagy we ýeňil, çalt düşünilmegi üçin özüniň tebigy reňkine gabat gelýän reňkine meňzeş boýal-ýar. Meselem, orulýan ýerleri, baglary, tokaýlary, gyrymsy agaçlyklary we başga ösümlik **ýerleri-ýaşyl**, ýer üstüniň **relýefini-goňur**, ýer üstüniň **gidrografiýasyny-gök** reňk bilen çyzýarlar.

Topografiki kartalarynda ulanylýan ýazywlar we reňkler, sudurlary bir-birinden tapawutlandyrylýar we kartany okamagy ýeňilleşdirmegine galman, ol kartanyň mazmunyny baýlaşdyrýar hem-de belli derejede şertli belginiň wezipesini doly ödeýär.

Türkmenistanyň topografiki kartalarynda ulanylýan şertli belgiler we ýazuwlaryň çyzylyş, ýazylyş tertibi, ölçegleri, häsiýeti we beýleki hususyýetleri *geodeziýanyň we kartografiýanyň mahsus görkezme gollanmalarynda* berlendir. Bu görkezmeler Türkmenistanda topografiki kartalary düzmek we olardan peýdalanmak bilen meşgullanýan birnäçe kärhanlar we barlag-gözleg edaralary üçin satandart bolup hasaplanylýar.

6.2. Topografiki kartalardan relýefi öwrenmek

Ýer üstüniň tekiz dälligi, beýikli-pesligi, ýagny peslikleriň, beýiklikleriň we düzlükleriň ýygyndysyna şol ýeriň relýefi diýilýär(6.3-nji surat).

"*Relýef*" inlis sözi bolup türkmen diline "*görnüş, keşp*" diýen manyda terjime edilýär.

Ýer üstüniň relýefiniň görnüşüni, gelip çykyşyny, ösüş kanunlaryny öwredýän ylma *geomorfologiýa* diýilýar.

Relýef görnüşleri gelip çykyşy, uly-kiçiligi, häsiýeti, beýikligi boýunça bir-näçe görnüşlidir. Geodeziýada relýef formalary daşky görnüşü boýunça topar-lara bölmeklik kabul edilendir. Relýefiň formalary daşky görnüşü boýunça *be-lentli* we *pesli* bolýar. Relýefiň belent görnüşinden: *dagy, depäni, dag eňňidini, dag gerşini* we ş. m.

görkezmek bolar. Peslik görnüşinden: jar, jülge, balka, oýluk, çöketlik we ş. m. sanamak bolar.

Dag-bu ýer üstüniň has ýokary galan, konus görnüşli we daşa öwrülen, berk dag jynslaryndan duran belentlik görnüşidir. Daglar okean derejesinden 500 m we ondan ýokary galýar. 200 metre çenli, ýer üstüniň konus görnüşli bolan belentligine **depe** diýilýär. Şüýnmek ýoly bilen emele gelen, dag beýikligine **dag gerişi** diýilýär. Onuň uzynlygynyň birnäçe kilometre ýetmegi mümkindir. Dagyň depeleri gümbezsuman, ýaýran konus, piramida we başga görnüşlerde bolmagy mümkindir. Hatarlygyna dowam edip, utgaşyp gidýän daglar **dag tekizligini** döredýär. Dagyň depesinden onuň etegine çenli gidýän çyzyga **onuň eňňidi** diýilýär. Dag eňňidi ýapgytlyk derejesi bilen ölçenilýär. Ýapgytlyk burçy **5°-a** çenli bolan eňňit *ýatyk*, **5°-dan 20°-a** çenli bolan eňňit *ýapgyt*, **20°-dan 45°-a** çenli bolsa dik, **45°-dan** uly bolsa örän dik eňňit diýip aýdylýar(6.3-nji surat).

Atmosfera ygallaryny eňňit boýunça iki ýapgytlyk tarapa bölýän çyzyga *suw bölüji çyzyk* diýilýär. Dagyň iň ýokarky nokadyna *onuň depesi* diýilýär.

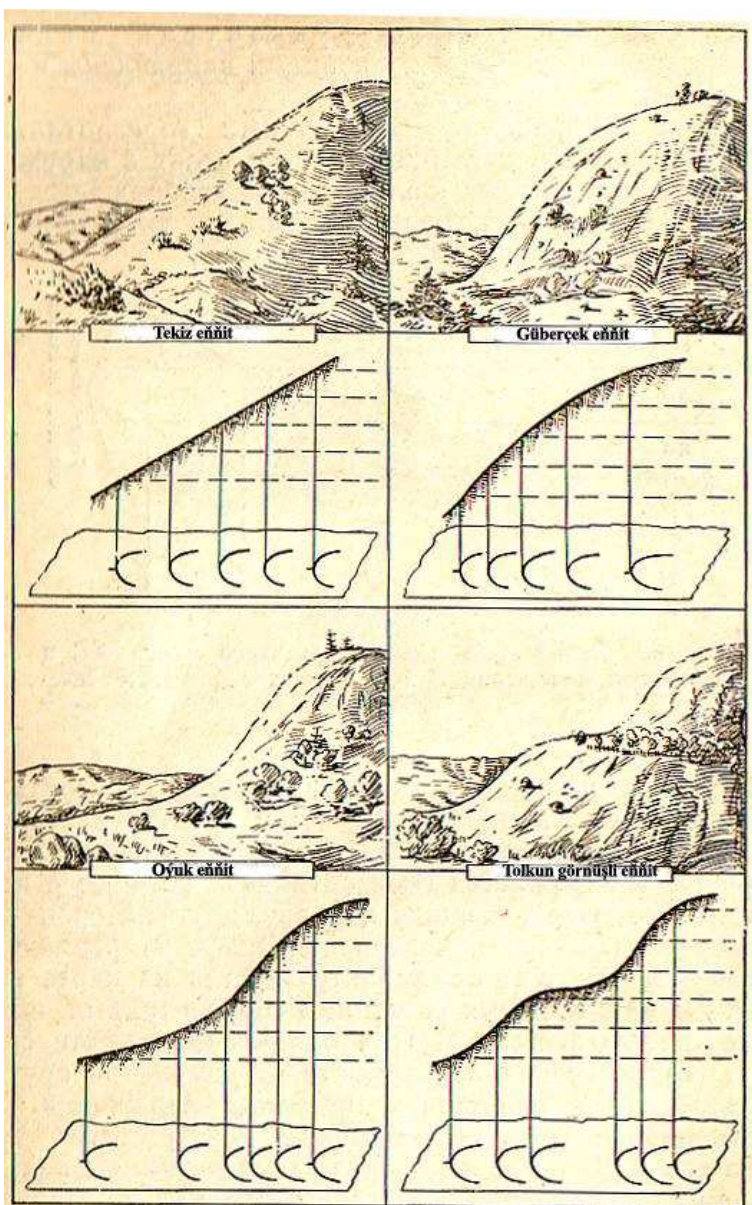
Relyefiň peslik görnüşüniň iň uly *çöketlikdir*. Çöketligiň uzynlygy, giňligi, çukurlygy dürli görnüşli bolýar.

Yer üstüniň daş töwerege garanda konus görnüşli çuňlandyrylan keşbine *çöketlik* diýilýär. Çöketligiň iň pes nokady *onuň düýbi* bolýar. Çöketligiň gapdal üstüne onuň *eňňidi* diýilýär. Çöketligiň iň ýokarky bölegi onuň *gyrasy* bolýar.

Yer üstüniň çuňlaşan, uzalyp gidýän görnüşine *oý* diýilýär. Oýuň görnüşleri bolup: jar, jülge, balka we ş. m. bolup biler.

Wagtlaýyn akar suwuň oýup giden uzyn kert kenarly çukuryňa *jar* diýilýär. Adatça jaryň aşagy dik bolup, onda ösümlik ösmeýär. Jarlaryň uzynlygy *birnäçe metrden onlarça km*, çuňlugy bolsa **50 m-e** ýetmegi mümkindir.

Aşagy örän dik bolan kiçi jara *jülge* diýilýär. Jülge suwuň ýuwmagy netijesinde ulalyp jara öwrülýär. Çukurlanmakdan saklanan, aşagy ýapgyt hem-de ot basan ýasy jarlyga *balka* diýilýär.

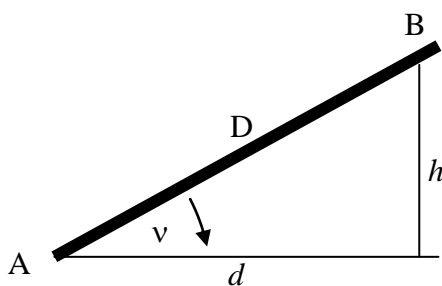


6.3-nji surat. Ýer üstüniň eňňitligi.

Suw bölüji çyzyk, çöketligiň düýbi bolýar. Eňnidiň görünmeýän ýeri we etegi relýefiň *esasy orografiki çyzyklary* bolýar. Oragrafiki çyzyklar ýer üstüniň relýe-finiň beýikli-pesini kesgitlemekde kömek berýär we ýeriň relýefini topografiýa kartasynda teswirlemekde esas bolup hyzmat edýär.

6.3. Ýer üstüniň relýefini topografiki kartada şekillendirmek

Ýer üstüniň kartada relýefini teswirlemekde topografiýa kartanyň masştabyna we geçirilýän işlere seredip dürli talaplar edilýär. Topografiýa kartalar: a) ýer üstüniň relýefiniň tipiki keşbini, ölçeglerini we bir-birine baglylykda ýer-leşişini; b) nokatlaryň absolýut we otnositel beýikliklerini; c) eňnitleriň ugruny we ýapgytlygyny; d) ýer üstüniň beýleki sudurlarynyň relýef bilen baglylygyny kesgitlemäge kömek berýär.



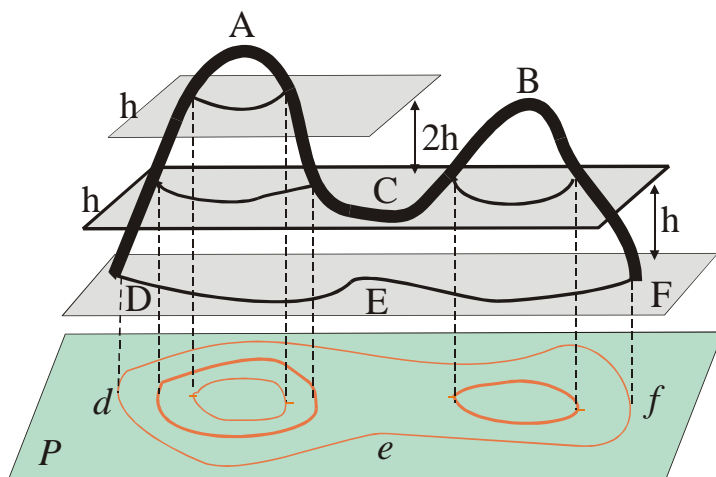
6.4-nji surat. Eňnidiň elementleri

Topografiýa kartalaryň masştabyna hem-de teswirlenýän ýer üstüniň relýefi-niň baglanyşygyna seredip, dürli beýiklik kesimleri alnan, bu bolsa kartalarda relýefi belli talaplara laýyk getirmekde teswirlemäge mümkinçilik berýär. Mundan daşary, ýurdumyzyň ýeriniň çäginin dürli masştablardaky topografiki kartalary düzülen

wagtynda we beýleki ylmy hem-de amaly işlerde peýdalanmak maksady bilen geodezik beýiklik daýanç torlary emele getirilendir. Topografiki kartalary düzmekde relýefi geometrik taýdan takyk we meňzeş teswirlemekde ýardam berýän usullardan gorizontallar usuly we nokatlaryň beýikligini ýazmak ýoly hem-de mahsus şertli belgilerden peýdalanmak maksada laýykdyr.

Topografiki kartalarda relýef, aýratyn gorizontallar bilen teswirlenilýär. **Gorizantal** - beýikligi birmeňzeş bolan nokatlar

toplumyny birleşdirýän ýapyk egri çyzykdyr. Gorizontala başgaça izogips diýip hem aýdylýar. Gorizontallaryň emele gelişini aşakdaky ýaly düşündirmeklik bolar. Depäni bir meňzeş beýiklikden geçýän gorizont tekizlik kesip geçýär diýip pikir edeliň, şu ýagdaýda bu gorizont tekizlikleriň depäki eňňitleri bilen kesişen ýerlerinde egri çyzyklar emele gelýär (6.4-nji surat).



6.5-nji surat. Horizontallaryň emele gelişi.

Iki gorizont tekizligiň wertikal ugurdaky aralygyna - **relyefiň kesişme beýikligi** (h), iki gorizontalyň arasyndaky eňňit aralyga - **gorizontallaryň goýmasy** (d), eňňit bilen gorizont tekizligiň arasyndaky burç bolsa **ýapgytlyk burçy** (ν) diýilýär. Kesim beýgelmesi(h), gorizontallaryň arasyndaky aralyk hem-de ýapgytlyk burçy bir-birine baglydyr we aşakdaky ýaly berilýär(6.5-nji surat):

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu; \quad d = h / \operatorname{tg} \nu; \quad \operatorname{tg} \nu = h / d.$$

Diýmek, eňňit näçe dik bolsa gorizontallar şonça dykyz, eňňit näçe ýatyk bolsa-gorizontallar şonça-da seýrek ýerleşýär.

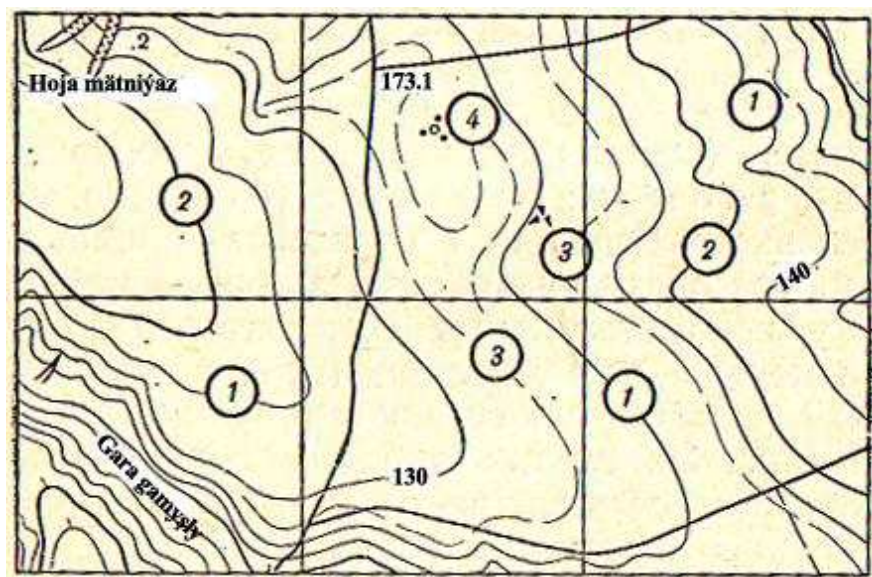
Topografiki kartalarda eňňidiň görnüşleri gorizontallara gysga çyzyklary, bergstrihleri çyzyp görkezýärler. Bergstrihiň erkin uýy haýsy tarapa ýönelse, eňňidiň ugry hem şol tarapa bolýar. Kartada

teswirlenen ýeriň eňnitligini haýsy tarapa seredilenligi, aýry gorizontallara ýazylan sanlardan bilmek bolar, sanlaryň aşaky tarapy eňnidiň ugruny görkezýär.

Belli masştably toopografiki kartalary üçin kabul edilen kesişme beýikligine laýyk çyzylan gorizontallara **esasy(baş) gorizontallar** diýilýär. Topografiki planlarynda we kartalarynda gorizontallar üznüksiz edri goňur çyzyklar görnüşünde çyzylýar. Esasy gorizontallaryň kesişme beýikligi kartanyň çarçuwasynyň aşagynda görkezilýär, ýagny “*Bitewi gorizontallar 2.5 metrden geçirilen*” ýazgy berilýär. Relýefiň okalmagyny ýeňilleşdirmek maksadynda, her başinji gorizontaly ýogyn edip çyzýarlar. Meselem, gorizontallaryň kesişme beýikligi 2.5 metr bolsa, onda her onunjy gorizont **0 m, 12.5 m, 25.0 m** we ş. m. Eger-de relýefiň kesişme beýikligi 5 m bolsa onda, **0 m, 25 m, 50 m, 75 m** we **100 m** ýaly gorizontallar ýogyn edilip kartada çyzylýar. Daglyk ýerlerde iki ýogyn gorizontalyň arasynda galýan gorizontallary çyzyp bolmasa, olaryň bazisleri çyzylp galdyrylýar we goşa gorizontallar bir-biri bilen goşulyp gidýär. Aýry ýerlerde, relýefi esasy gorizontallar bilen doly görkezip bolmadyk ýagdaýynda relýefiň kesişme beýikliginiň ýarysyna deň bolanlary çyzylýar. Olara goşmaça gorizontallar diýilýär. Goşmaça gorizontallardan kartada *ýarym* we *çärýek* gorizontallary ulanylýar. *Ýarym gorizontallr* kartada üznä çyzyk görnüşünde çyzylýar. Olaryň beýikligi, bitewi gorizontallaryň beýikliginiň ýarysyna deň bolan aralykdan geçirilýär. Meselem, bitewi gorizontalyň kesişme beýikligi *5 metr* bolsa, onda ýarym gorizontalyň beýikligi *2.5 m, 10 m* bolsa *5 m* we ş. m. alynýar. Relýefiň kesişme beýikliginiň dörtden bir bölegine deň bolan aralykdan geçýän, şeýle hem kartada üznä çyzyklar bilen geçirilýän gorizont *çärýek gorizont* diýip atlandyrylýar. Çärýek gorizontallaryň kesiminiň uzynlygy, ýarym gorizontalyň kesiminiň uzynlygyndan gysga bolýar.

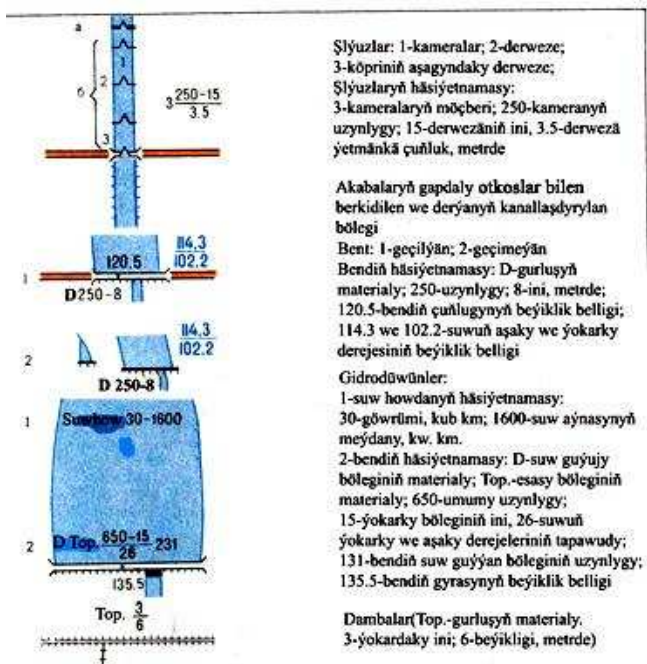
Topografik kartalarda nokatlaryň absolýut beýikligini tapmagy ýeňilleşdirmek maksadynda, aýry gorizontallara we relýefiň häsiýetli nokatlaryna, olaryň beýikligi ýazylýar. Türkmenistanyň ýeriniň çäginde düzülýän topografiýa kartalary üçin **Baltika deňziniň** suwunyň üst derejesini *başlangyç üst* diýip kabul edilenligi

sebäpli, topografiki kartalardaky aýry gorizontallary we nokatlaryň beýiklikleri, şu gorizontallary we nokadyň Baltika deňziniň suwunyň üstünden hasaplanan beýikligini görkezýär (6.6-njy surat).



6.6-njy surat. Gorizontallar bilen Ýer üstüniň relýefini şekillendirmek: 1-esasy galňaldylan gorizontall; 2-esasy gorizontall, 3-ýarym gorizontall; 4-çärýek gorizontall.

Örän dik formaly relýefiň keşpleri(jar, gaýa, jülge we ş. m.), örän kiçi tebigy keşpleri(çukur, karst, woronkalar, ýaplar we ş. m.) belent dagly sebitlerde buz jary we ş. m. hem-de adamlaryň işiniň netijesinde emele gelen kiçi süýnmek relýef keşpleri(göterilme, böwet, depe we ş. m.) kartada gorizontallar bilen görkezilende gorizontallar bir-birine goşulýarlar ýa-da olary gorizontallar bilen görkezip bolmaýar. Şular ýaly formalary kartada teswirlemekde relýefiň emeli keşbi-gara reňkde, belginiň ýanyna relýef formasynyň beýikligi ýa-da pesligi ýazylýar. Bu şertli belginiň ýanyna gorizontallar bilen görkezilen relýef formasyny doldyrmak bilen birlikde, ýer üstüniň aýratynlygy görkezilýär. Meselem, topografiki



reňkiň üsti bilen suratlandyrylýar (6.7-nji surat). Hidrografiýa tor fiziki-geografiýa elementleriniň esasy bolmak bilen çäklenmän, olar adamyň ýaşayyş durmuşynda hem ähmiýetlidir. Türkmenistanyň kartalarynda deňizlerden: Hazar denizi; uly derýalardan: Amyderýa, Murgap, Tejen, Garagum we Türkmen derýalary; uly köllerden Sarygamyş köli we başga ownujak derýadyr, kölleri bardyr. Ondan daşary Türkmenistanyň çäginde oba hojalykda ekerançylyk ýerlerini suwarmak we ýerlerden gaýdan galyndy suwlary äkitmek üçin niýetlenen, emeli suw howdanlary, ilatly punktlary suw bilen üpjün etmek üçin ýaplar(arnalar) bardyr.

Gidrografiýa obýektleri kartalaryň masştabyna we olaryň ölçeglerine baglylykda masştably, masşabyň kiçelmegi bilen olaryň, ini masştabdan daşary ýerleşdirilýär. Olar şertli belgiler, ýazgylar we sanlar bilen goşmaça doldurylýar. Hidrografiýa obýektleriň käbirleri masştabdan daşary şertli belgileri bilen kartada görkezilýär. Meselem, Türkmenistanyň kartasynda guýylaryň we suw çeşmeleriň berlişi, çöllik we ýarym çöllük sebitlerinde durmuş üçin wajyp rol oýnaýanlygy sebäpli alynýar.

Bir we iki çyzykly derýalary görkezmegiň kriteriýasy bolup olaryň ini durýar. Aşakdaky tablisada, derýalary masştaba baglylykda nähili şekillendirmelidigi görkezilendir (6.1-nji tablisa)

6.1-nji tablisa

Derýalary Şekillindirmek	Kartanyň masşabynda, derýalary şekillendirmek, metrdäki ini			
	1:10000	1:25000	1:50000	1:100000
Bir çyzyk bilen	3-e çenli	5-den az	5- den az	10- den az
Iki çyzykly(0.3 mm ara-lykdan)	3-den 6- m. çenli	5-den 15-e çenli	5-den 30-e çenli	10-den 60 çenli
Iki çyzykly, derýanyň hakyky inini saklamak bilen	6-den köp	15- den köp	30-den köp	60- den köp

Uly derýalar kartada masştaba baglylykdy iki çyzyk bilen, arasyny gök reňk bilen boýamak arkaly görkezilýär.

Gidrografiýa obýektleriň her biri özüniň geografiýa adyna eýedir. Şriftleriň ýazylyş aýratynlygy, obýektleriň görnüşini, özüniň ölçeglerini, transport äh-miýetlidigini görkezmek bilen kartada suratlandyrylýar.

Derýa suwunyň derejesiniň absolýut beýikligini kesgitlemek üçin derýalarda kenar ýakada bellenen, ölçenen derejä (urowene) getirilen beýikligi görkezilýär.

Türkmenistanyň kartalarynda, bir çyzyk bilen suratlandyrylýan, kartadaky uzynlygy 1 sm-den gysga bolmadyk, ýaplar, arnalar, tebigy we emeli suw çeşmeleriň ählisi görkezilýär.

Gidrografiýa tory kartada suratlandyrmak, ondaky ähli gidrotehniki desgalary (gidroelektrik stansiýalary, portlary, pristenleri, maýaklary we başgalary) we ýol gurluşlary hem-de geçelgeleri(köprüleri, paromlary,) görkezmek bilen alnyp ba-rylýar.

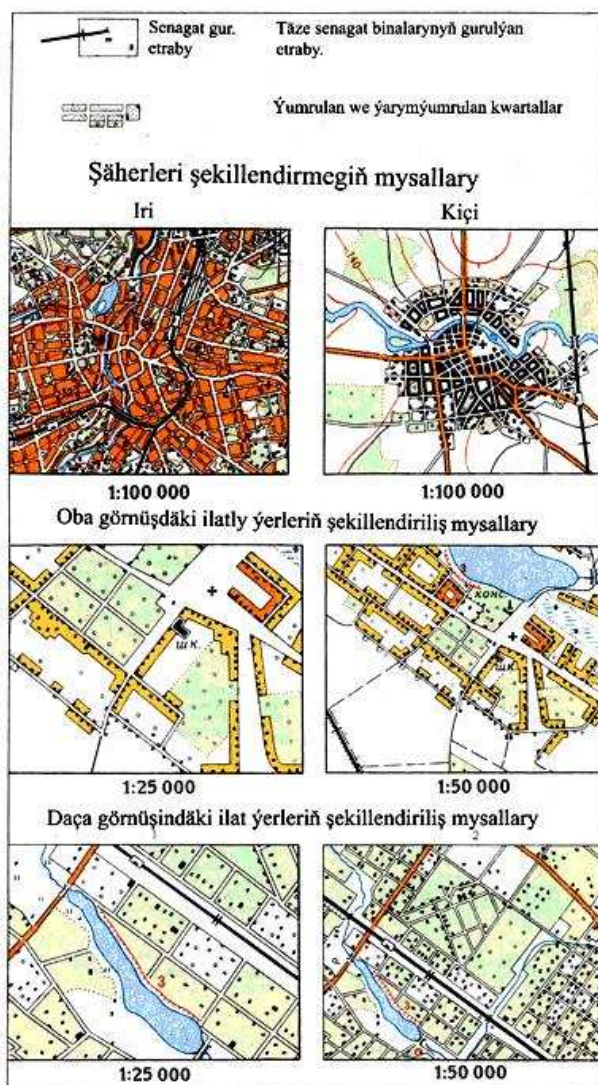
6.5. Kartada ilatly punktlar

Islendik görnüşli kartalaryň esasy elementleri bolup, onuň ilatly punktlary durýar. Şol sebäpli kartograflar elmydama, berlen masştabda ilatly punktlary ýokary takykylyk bilen suratlandyrýarlar (6.8-nji surat). Masştablary *1:300000-e* çenli kartalarda, ilatly punktlaryň ählisi şekillendirilýär. *1:300000* masştably karta-lardan kiçi bolsa, ilatly punktlaryň ählisini görkezmek mümkinçiligi pesel-ýär we kartografiýa generalizasiýanyň täsirine esaslanýlýar. *1:1000000* masştably *gözýetimli-topografiýa* kartasynda olaryň 12-15%-ini görkezmek bolar.

Ilatyň alyp barýan önümçilik işlerine we ilatly punktlardaky ýaşajýlaryň sanyna baglylykda: şäher, şäheçeler, senagat kärhanalarynyň, demir ýollaryň, ýanyndaky ýaşajýsýlar, oba we daça görnüşdäkilere bölünýär. Iň möhüm orunlary iri ilatly punktlary, olardan *100000* ýaşajýydan köp, orta-*50000* müňden *100000* çenli we kiçi-*50000* kiçi ilatly punktlary bellemek bolar.

Şäheri planlaşdyrmakda esasy görkezijiler bolup: onuň tutýan meýdany, şäher çägiň konfigurasiýasy, şäheriň çägendäki we

oňa barylýan ýerleriň aýratyn-lyklary, abadanlaşdyrylyşynyň häsiýetleri, binalaryň gurligi, ýerasdy gurluşlaryň barlygy we suwlaryň derejesi bilen tapawutlanýar.



6.8-nji surat. Topografiki kartasynda ilatly punktlar.

Şäherleriň hemişelik planirowkasy, özüniň göni köçeleri we her bir kwartalyň geometriki dogry formasy, formalardan gönüburçly, radial we kombinirlenen ýalyly tapawutlanýar. Gönüburçly kwartallar özündäki bar bolan köçeleriniň gönüburçly kesişmek ulgamlary bilen tapawutlanýar. Radial planirowkada magistral köçeleriň merkezden şäheriň çetlerine radius boýunça ýaýraýan görnüşli, emma aralyk bolsa ýapyk egri çyzyklaryň görnüşünde bolýar.

Ilatly punktlar kartada şekillendirilende: ilatly punktyň görnüşü, ýaşaýjylarynyň mukdary we syýasy-dolandyryş bahany alyandygy göz önünde tutulmak bilen görkezilýär.

Kartalarda ilatly punktlaryň görnüşü we olardaky ýaşaýjylaryň mukdary, onuň adyny ýazmakda ulanylýan şriftleriniň ýazylmagy bilen berilýär.

Ilatly punktlaryň syýasy-dolandyryş bahasy kartalarda, döwletiň paýtagty, welaýat merkezleri, şeýle hem ilatly punktlarda ýerleşen ýerli guramalary tapawutlandyrmak bilen suratlandyrylýar. Döwletiň paýtagty we dolandyryş ilatly punktlary şriftleriň ýazlyş beýikligi we atlary ýazmakda ulanylýan şriftleriň görnüşü bilen tapawutlandyrylýar. Etrap merkezleri, şäherçe we oba arçynlary gysgaldylan ýazgylar görnüşinde, ilatly punktyň aşagynda berilmek bilen geçirilýär.

1:25000-1:200000 masştably kartalarda düzgün boýunça ähli ilatly punktlar görkezilýär. 1:100000 we 1:200000 masştably kartalarda ýaşaýşy 100-den az bolan ilatly punktlara çenli obalaryň atlaryny ýazmazlyk şerti bilen, ähli ýaşaýş punktlary alynýar. Ilatly punktlary şekillendirmegiň ýüküni, 1:500000 we 1:1000000 masştably kartalarda, etrabyň ýerleşen ýeriniň häsiýeti, ilatly punktyň gürlügi, onuň tutýan meýdany, bahasy we görnüşü boýunça tapawutlandyrmak bilen alynýar.

1:25000-1:1000000 masştably topografiýa kartalarynda şäherler ýaşaýjylarynyň sany boýunça 7 sany topara bölünip görkezilýär: 100000-den 5000000-e çenli, 50000-100000, 10000-50000, 2000-10000 we 2000-den az ilatly punktlar tapawutlandyrylýar.

Oba ilatly punktlaryň ilat sany şu aşakdaky görkezijiler bilen häsiýetlenýär: *1000* ýaşajydan kän(200 öýden köp), *500-den 1000 çenli* (100-den 1000 öýe çenli), *100-den 500 çenli*(20-den 100 öýe çenli) *we 100* ýaşajydan az bolan ilatly punktlar tapawutlandyrylyp berilýär.

Ilatly punktlary şekillendirmek meýdanly, masştabdan daşary we çyzykly şertli belgiler ulgamyny ulanmak bilen görkezmek bolar.

Eger-de *1:10000* we ondan uly masştably kartalarda ähli ilatly punktlar görke-zilýän bolsa, *1:200000* masştably kartalarda ilatly punktlar orientir ähmiyetli bolmasa galdyrylyp, galanlary saýlamak prosessine duçar bolýarlar. *1:500000* masştably kartalarda ilatly punktlaryň käbir bölegini aýyryp, galanlaryny punsonlar görnüşünde saklaýarlar, *1:1000000* masştably kartalarda bolsa olaryň uly bölegini kartadan aýyryp, galanlaryny bolsa punsonlar bilen, ýagny ilatly punktyň kartadaky tutýan meýdany *5 mm kw-dan* uly bolsa, onuň plan ýagdaýyny görkezmek bilen şekillendirýärler.

Ilatly punktlardaky ýaşajylaryň häsiýetini(mukdaryny), punsonlaryň ölçegleri kesgitlemän, onuň adyny ýazmak üçin ulanylýan şriftleriň ölçegleri kesgitleýär.

6.6. Kartada aragatnaşyk ýollary

Aragatnaşyk ýollary adamyň durmuşynda esasy orunlary tutýar. Biz durmuşda köp aragatnaşyk ýollarynyň dürli görnüşi bilen iş salyşýarys. Ulaglar geografiýasynyň biri hem gatnaşyk ýollary bolan demir ýollarydyr. Olar köp gatnawlydyr. Biziň ýurdumyz, ýagny **Garaşsyz Bitarap Türkmenistanda** 1996-njy ýylyň Maý aýynyň 13-nde maýynda açylan **Tejen-Sarahs-Meşhed** demir ýoluny, 1999-njy ýylyň sentýabr aýynyň 29-yna gurlan, ýurdumyzyň we beýleki ýurtlaryň ykdysadietini ösdürmekde wajyp rol oýnajak **Türkmenabat-Atamyrat** demir ýoluny öz zynjyryna goşdy. Demir ýollarynda hereket: dizelli, bugly we elektrik çeşmeleriniň kömegi bilen hereket edýän ýaly tapawutlandyrylyp, kartalarda görkezilýär. Şeýle hem demir ýollary kartalarda şekillendirmekde geçiş relsiniň ini, giň inli(*1435 mm* we ondan ulyly, biziň ýurdumyzda we **GDA-**

nyň döwletlerinde-1524 mm) we dar inli(1435 mm we onda az); gatnaw ýollary boýunça birgatnawly, iki gatnawly, üçgatnawly, görnüşi boýunça: hereket edýän, gurulýan we ýygňalan ýaly toparlara bölünip görkezilýär (6.9-njy surat).

Gurulýan we dar inli demir ýollary gatnaw sanyny we çekiş usulyny görkez-mezden, kartalarda görkezilýär.

Aýratyn şertli belgiler bilen demir ýollarynyň aýrylan düşegi görkezilýär. Demir ýollarynyň 20%-den agdyklyk edýän bölekleri, ştrihli şertli bilgileri bilen burç görnüşünde şekillendirilýär. Kartanyň masştabynda 1.5 mm inilikdäki ýüklenýän-düşürilýän gurluşlary, onuň hakyky iniligi bilen şekillendirilýär.

Demir ýollary topografiýa kartalarynda, gara bitewi çyzyklar bilen şekillen-dirilýär. Topografiýa kartalarynyň ählisinde demir we awtomobil ýollarynyň ug-rundaky tuneller(ýer asdy geçelgeler) görkezilýär. Olar kartalarda “**Tun**” diýen ýazgsyny, onuň beýikligini, inini we uzynlygyny görkezmek bilen geçirilýär.

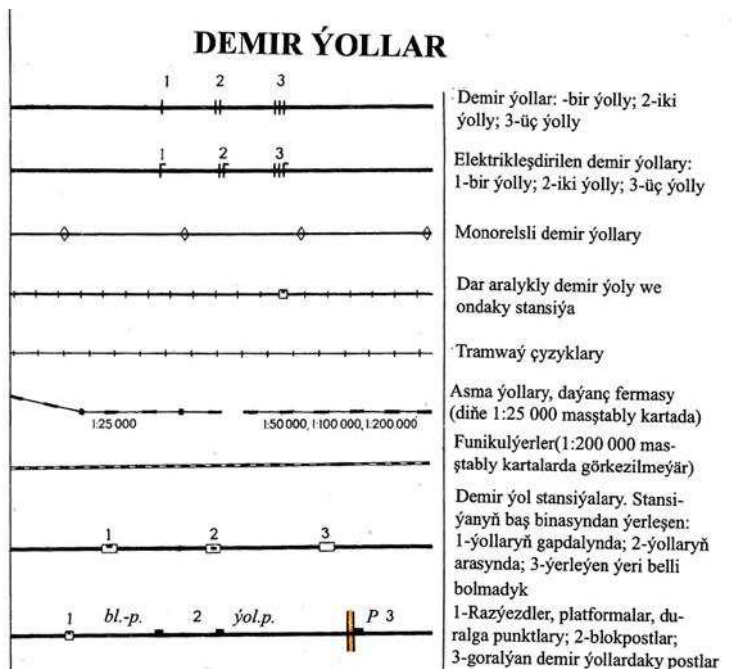
100 m we ondan uzyn bolan demir ýol köprülerini belgilemekde, köpriniň gurlan materialy, suwyň üstünden fermanyň(üçegin) aşagyna çenli aralygy ýa-da ýeriň üstünden beýikligi we mertdäki uzynlygy ýazylýar. 100 m gysga bolan köprüleriň belgilerinde, diňe köpriniň haýsy materialdan ýasalanlygy baradaky maglumat berilýär.

Awtomobil ýollary örtükli(awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse ýollary) we ýapynjasyz kämilleşdirilen toprak(gumak) ýollary ýaly tapawut-lanýar. Tehnikanyň hereketine iň güýçli täsir edýän ýoluň parametrllerinden, ýoluň geçiş böleginiň ini, örtügiň görnüşi, ýoluň uzabaýuna eňnidi(ýapgytlygy) we öwrümiň radiusy, ýol gurluşlarynyň barlygy we onuň häsiýetini görkezmek bolar (6.10-njy surat).

Ýoluň örtüginin görnüşini, onuň berkligini we hyzmat etmeginiň möhleti kesgitleýär. Ýapynjalaryň esasy görnüşleri bolup: *asfalt-betonly, asfaltly, çagyl-ly, we daşly* bolýar.

Toprak(gumak) ýollary köplenç tomus aýlary awtoulaglaryň hereket etme-gi üçin gerek bolýar, gyş möwsümleri ýagynlaryň köp ýagmagy, olardan geçmek mümkinçiligini ýaramazlaşdyrýar. Olaryň

geçmek mümkinçiligi köplenç topragyň görnüşüne we onuň çyglylygyna bagly bolýar.



6.9-njy surat. Topografiki kartasynda demir ýollar.

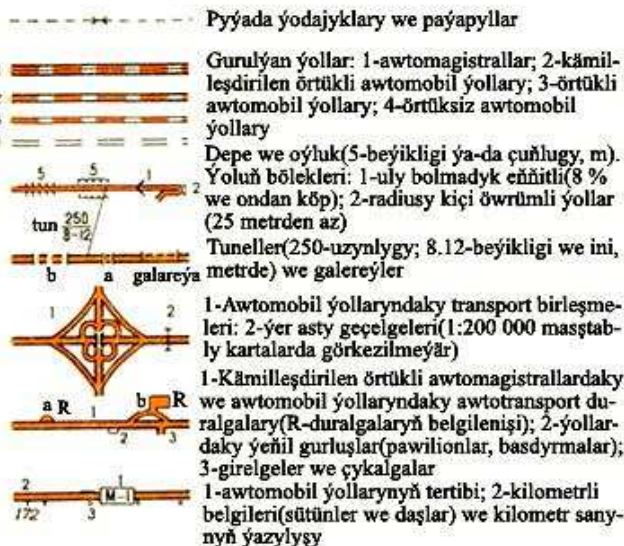
Ýoluň relýefiniň formasy arkaly *galmagyna* we *düşmegine*, onuň **eňňidi** diýilýär. Eňňidiň(*i*) mukdaryny prosentde aňlatmak bilen şu aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$i = \frac{h}{L} \cdot 100$$

bu ýerde *h*-galmagyň ýa-da peselmeginiň belentligi; *L*-galmagyň ýa-da düşmegiň uzynlygy.

1 %-e deň bolan eňňit ýoluň 100 metrden 1 m galmagyny ýa-da düşmekligini görkezýär. Türkmenisnanyň awtomobil ýollaryndaky iň uly eňňit 1-2 %, tekiz depeli ýerlerde, daglyk ýerlerde 9-10 % -den geçmeýär.

AWTOMOBIL WE TOPRAK ÝOLLARY, ÝODAJYKLAR



6.10-njy surat. Topografiki kartasynda awtomobil ýollary.

Awtomobil we toprak ýollary kartalarda şekillendirilende tehnikä kämilligi ýa-da häsiýeti boýunça geçip boljak ýa-da bolmajaklygy tapawutlandylyp görkezilýär.

Awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse ýollary, adaty islendik masştably kartalarda görkezilýär. $1:25000$ we $1:50000$ masştably kartalarda toprak ýollaryň ählisi görkezilýär. Emma $1:100000$ we ondan kiçi bolan topografiýa kartalarda saýlamak (kartografiýa generalizasiýanyň täsiri netijesinde) bilen görkezilýär. Toprak ýollary $1:25000$ masştably we ondan uly masştably karta-laryň ählisinde, emma $1:50000$ we ondan kiçi masştably kartalarda saýlamak bilen görkezilýär.

Şosse we kämilleşdirilen awtomobil ýollarynyň çyzygynyň (şertli belgisiniň) üstüne, ýörite belgi bilen kiçi radiusly öwürümler (25 m çenli) we uly eňňitli ýoluň bölekleri (8 % we ondan uly) belgilenýär.

Awtostradalary we şosse ýollary kartada şekillendirmek, olaryň häsiýetlerini: ýoluň geçiş böleginiň inini (awtostradalarda bir zolagyn inini we zolaklaryň sany), ýer düşeginiň (şosse ýollary üçin) we ýapynjasynyň materialyny (A-asfalt, D-daşly, Ç-çaýlyly, G-grawiyli, S-sementli beton ýaly) ýazylyp görkezilýär. Meselem, $13(17)A$, bu ýerde 13 -asfaldyň örtüklü böleginiň inini, 17 -ýoluň umumy inini, A -ýapynjasynyň görnüşiniň asfaltlygyny görkezýär.

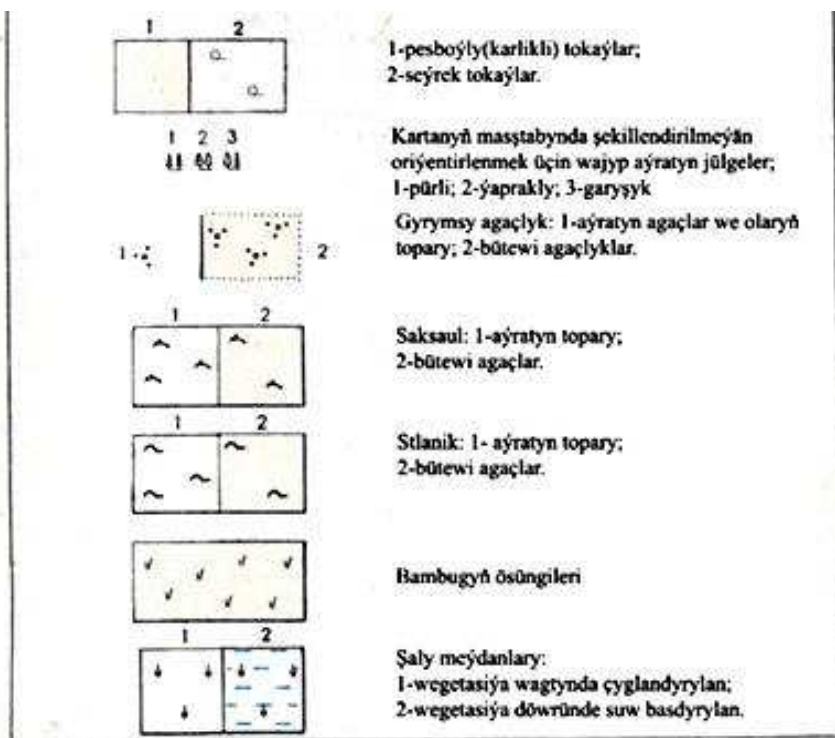
Topografiýa kartalarynda ýollar çyzykly şertli belgileriň kömegi bilen, iki çyzykly (awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse, kämilleşdirilen toprak ýollary) we bir çyzykly meýdan toprak ýollary, üznä çyzykly pyýada ýollary şekillendirilýär.

Ýollaryň ýakasynyňaky beýiklik we peslikler $1:25000$ we $1:50000$ masştably kartalarda 1 m we ondan belentleri, $1:100000$ we $1:200000$ masştably kartalarda bolsa 2 m , we 3 m degişlilikde belentlikdäkileriň ählisi görkezilýär. Ýoluň ýakasynyňaky belentligi we pesligi kartada, onuň beýikligini ýazmak bilen geçirilýär.

Awtomobil ýollaryň ýakasynyňaky kilometr ýazgylary seýrek orientirlenýän sebitleriň islendik masştably kartalarynda görkezilýär. Şeýle hem olaryň, relýefi-niň häsiýetli ýerlerinde ýerleşenlerine, kilometrli belgä, kilometr sanlaryny ýazmak bilen alnyp barylýar.

6.7. Kartada ösümlük örtügi we topragy

Tebigatda toprak we ösümlük örtügi (ýapynžasy) özüniň baý, dürli görnüşliligi bilen tapawutlanýar. Emma muňa garamazdan, hiç bir umumy geografiýa karta, nähili uly masştably bolsa-da, şol baýlygy doly geçirmäge mümkinçiligi ýokdyr. *Toprak-ösümlük* örtügiň doly görkezilmegi, kartadaky beýleki elementleriň görkezilmegine zyýan getirmezligine baglydyr. Diňe esasy mazmuny *toprak-ösümlük örtügi*niň elementlerini *görkezýän kartalarda* ýeterlik doluluk bilen görkezilýär (6.11-nji surat).



6.11-nji surat. Topografiki kartasynda ösümlük örtügi.

Ösümlük örtügi kartalarda şekillendirmek üçin, olary şu aşakdaky toparlara bölmek bilen ugur alynýar: agaçlara(tokaý, jülge

we aýry baglara) we gyrymsy agaçlyklara; ýarym gyrymsy, otluk; emeli agaçlara(bağlar, seýilgähler, plantasi-ýalar) ýalylara bölünýär.

Tokaý-bu agaçlaryň beýikligi 4 m pes bolmadyk, özleriniň kökleriniň uzynlygy 0.2 metrden(kökleriň goşulmagy, bu ähli ýeriň üstündäki agaçlaryň kökleriniň proeksiýasynyň, meýdançanyň meýdanyna bolan gatnaşygy) uzyn bolmalydyr, 0.2 m az bolan agaçlar toplumyna seýrek tokaýlyk diýilýär.

Tokaýyň düzümi, ondaky bar bolan dürli görnüşli agaçlaryň mukdary bilen, prosentda aňladylýan agaçlaryň baldyrlary kesgitlenilýär. 80 %-den az bolmadyk bir görnüşli agaçlara **arassa tokaýlar** diýilýär. Agaçlaryň görnüşleriniň 20 %-e çenli toparlary duş gelyän tokaýlara **garyşyk** diýilýär. Agaçlaryň görnüşleri boýunça tokaýlar ýaprakly, pürli we garyşyk ýaly bolýar.

Gyrymsy tokaý-agaçlaryň beýikliginiň 4-metre çenli aralykdaky tokaýa aýdylýar. Gyrymsy tokaýlarda her bir ösümlik bir kökden birnäçe baldyr ösmegi bilen tapawutlanýar.

Otly ösümlikler, özleriniň ösýän ýerleri boýunça çemenlik we çöllük, beýikligine baglylykda pes otluk(1 metre çenli) we beýik otluga(1 metrden uzyn) bölünýär.

Medeni ösümliklere köp sanly emeli ekinler we medeni ösümlikleriň ekinleri (miweli bağlar, sitrus ekinleriniň plantasiýalary, tut agaçlary, üzümlikler, çay plantasiýalary, şeýle hem meýdan we mellek(ogorod) ösümlikleri degişlidir.

Orientir üçin ähmiýetli, aýry duran agaçlar, mahsus şertli belgiler bilen ýaprakly ýa-da pürli ýaly tapawutlandyrylyp kartada berilýär.

Ýer üstüniň birnäçe metrlikdäki galyňlygyna *toprak* diýilip atlandyrylýar. Ýer üstüniň ýumşak **1.0-1.5 metr** galyňlykdaky gatlagyna topragyň baý gatlagy diýilýär. Topraklar daşly we ýumşak ýaly toparlara bölünýär.

Topragyň esasy görnüşleri klimatik faktorlaryň täsir etmegi bilen polýuslardan ekwatora tarap zonalara bölünendir. *Olardan:* tundraly toprak, küljümek toprak, gara toprak, goňur toprak, sary toprak, gyzyl toprak ýaly görnüşlerde bolýar.

Çägeli çölün uly meýdanyny çägeler tutýar. Olar depe, geniş we oýluk görnüşli duş gelyär.

Çöllük yerlerde köprük takyrlar, şorluk yerler duş gelyär. *Takyr-çöllük* yerlerde tekiz toýunsow görnüşli, relýefiň pes yerinde duş gelyär.

Çöllükler kartanyň masşabynda *1 sm kw* ýeri tutýanlary görkezilýär. *1:50000* we *1:1000000* masşably kartalarda çölleri şekillendirende, olary tekiz, depeli we garişli ýaly tapawutlandyrmak bilen görkezýärler.

Batgalyklar kartalarda gök gorizental çyzyklar bilen, geçip bolýan we bolmaýan ýaly tapawutlandyrylyp berilýär. Şeýle hem olaryň çuňlugy kartada ýazylmak bilen alnyp barylýar.

6.8. Kartada senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni desgalary

Zawodlar, fabrikler we elektrik stansiýalaryň yeriniň çäkleri kartanyň masşabynda, degişli şertli belgileri, aýry gurluşlary ýa-da önümçilik desgalary bilen, atlaryny ýazmak bilen şekillendirilýär. Eger-de bu obýektler kartanyň masşabynda şekillendirilmese, onda olar degişli masşabdan daşary şertli belgiler bilen, gerek ýagdaýda ýazgylar bilen ugrukdyrylýar.

Zawodyň, we fabrigiň trubalaryny, radio we telewizion maçtalary, *50 m* we ondan beýik(uzyn) bolan binalar, hem-de ilatly punktlarda yerleşýän terrikanlar kartalarynda şekillendirilende, olaryň şertli belgisiniň ýanyna beýikligini ýazmak bilen, eger-de bu bina ilatly punktyň çäginde yerleşmedik bolsa, onda olaryň şertli belgisiniň ýanyna deňiz derejesinden beýikligi hem ýazylýar (6.12-nji surat).

Aeroportlar, aerodromlar we gonuş meýdanlary kartalarda, olaryň hakyky ölçeglerini saklamak bilen geçirilýär. Olaryň araçäklerini germewli ýa-da punktir şertli belgiler bilen, suduryň içinde bolsa olaryň belgisi, aerodrom (gonuş meýdany) goýulýar. Aerowokzallar, angarlar, ussahanalar we başga binalar kartalarda şol binalaryň öz şertli belgileri bilen şekillendirilýär.

Açyk ýol bilen gazylyp alnýan peýdaly baýlyklar we olaryň yerleşýän yerleri özleriniň sudury, ýagny gazylyp alnýan yeriniň çäginin meýdanyny görkezmek bilen geçirilýär. Karýerlerin

belgilenýän ýerleriniň ýakynynda $1:25000$ we $1:50000$ masştably kartalarda 1 metre çenli çukur, şeýle hem $1:100000$ masştably kartada 2 metrden çukur bolan ýerleri mertde ýazmak bilen alnyp barylýar.



6.12-nji surat. Topografiki kartasynda senagat, oba hojalyk desgalary.

Nebitli, gazly we başga geçiriji çyzyklary(ýer üsti we ýer asty), düzgün boýunça kartada görkezilende, olaryň ählisi görkezilýär. Bu elementlere ilatly punktlaryň içindeki truba geçirijileri degişli dälir.

Elektrik geçiriji çyzyklary kartalarda özleriniň belli şertli belgileri, ýagny direg-daýanç görnüşünde: agaçly we metally daýanç çyzyklary ýa-da demirbetonly ýaly görkezilýär. Kartalarda her bir $6\text{-}8\text{ sm}$ daýanç çyzyklarynyň metrde, beýikligi ýazylýar. Elektrik geçirijili çyzyklary we ilatly punktlaryň arasyndaky arabaglanyşyklar, hem-de demir we awtomobil ýollarynyň ýakasyndakylary, düzgün boýunça kartalarda görkezilmeyär.

1:200000 masşably kartalarda ähli senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni obýektleri, haçan-da düzgün boýunça, bu obýektler ilatly punktlaryň daşynda ýerleşen bolsa, saýlamak bilen alynýar.

1:500000 we 1:1000000 masşably kartalarda senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni binalar özleriniň wajyplygyna serdilip, saýlanyp alynmak bilen görkezilýär.

6.9. Kartalarda syýasy we dolandyryş araçäkleri

Türkmenistanyň kartalarynda şu aşakdaky araçäkler: döwlet, welaýat, etrap we hojalyk, goraghana, zakaznik we beýleiki araçäkler görkezilýär.

Döwlet araçäkleri kartada halkara resmi gepleşikler esasynda tassyklanana materiallara laýyklykda takyk, onuň geçýän ýerlerini görkezmek bilen şekillendirilýär. Döwlet araçäklerini görkezmekde ähli serhet belgileri we nyşanlary bilen berilýär. Egerde araçäk derýa, ýaplar, darajyk akymlar boýunça geçse, onda şu obýektleriň iki tarapynda hem degişli serhet belgileri şekillendirilýär (6.13-nji surat).



6.13-nji surat. Topografiki kartasynda araçäkler.

Türkmenistanyň *syýasy-dolandyryş* bölünişiginiň araçäkleri, nobatçy kartalary we başga resmi materiallary boýunça görkezilýär.

Ähli araçäkler kartada minimal umumylaşdyrylyp, uly ünüslilik bilen egrem-bugramlary, öwürümlü we göni araçägiň meýdançalary, gödek öwürümler şertli belgileriň nokatlary bilen şekillendirilýär. Gury ýerde, emma ýerdäki çyzykly obýektler bilen gabat gelýän araçägiň bölegi, şertli belgiler bilen üznüksiz, şeýle hem şertli belginiň oky, araçägiň hakyky ýagdaýy bilen gabat getirmek bilen görkezilýär. Ýerdäki çyzykly desgalar(ýollar, ýaplar, derýalar) bilen gabat gelýän araçäkler şertli belgileriň 4-6 sm uly bolmadyk zwenolary bilen belgileýärler. Araçäk çyzykly obýektleriň ýakasy bilen geçýän bolsa, onda çy-zykly binanyň niresinden araçäk geçýän bolsa, şertli belgini şol tarapa çyzyp görkezýärler. Eger-de araçäk forwator ýa-da iki çyzykly derýanyň ortasyndan geçýän bolsa, onda olar toparlaýyn zwenolar bilen kenar ýaka çyzyklaryň ortasyndan, ähli egrem-bugramlary we öwürümleri saklamak bilen şekillendirýärler.

Eger-de araçäkleri şekillendirmekde birnäçe araçäkler, ýagny welaýatyň araçägi bilen ýokary rangly(ýurdyň) araçäk gabat gelse, onda ýokary rangly, ýagny döwlet araçägiň şertli belgisi çyzylýar.

Kartalarda adatça, ähli döwlet goraghanalaryň araçäkleri görkezilýär.

6.10. Kartada geodeziki punktlar

Kartalarda dürli şertli belgiler bilen aşakdaky geodeziýa punktlary suratlan-dyrylýar: döwlet geodeziýa torlarynyň punktlary, ýeriň üstünde merkezler bilen berkidilen, surata almagyň torunyň nokatlary, astronomiýa punktlary, döwlet niwelir toruna degişli bolan reperler we markalar şekillendirilýär (6.14-nji surat).

Punktyň ýerleşen ýerini belgileýän, geodeziýa punktlaryň şertli belgisiniň merkezi, kartalarda maksimal takyklyk bilen, koordinatlary boýunça geçirilýär. Geodeziýa punktlaryň şertli belgisi, onuň beýikligini, metrde ýazmak bilen alnyp barylýar.

Depede, binalaryň diwarynda we metjitleriň sütünlerinde ýerleşen geodeziýa punktlary, kombinirlenen şertli belgileri, obýektiň suratyny çyzmaklyk bilen geçirilýär.

GEODEZIKI PUNKTLAR	
	Döwlet geodeziki torlaryň punktlary
	Depedäki döwlet geodeziki torunyň punktlary (2-depäniň beýikligi, metrde)
	Jaýlardaky döwlet geodeziki torunyň punktlary
	Buthanalarda döwlet geodeziki torunyň punktlary
	Surata almak torunyň nokatlary (ýeriň üstünde merkezler bilen berkidilen)
	Depedäki surata almak torunyň nokatlary (2-depäniň beýikligi, metrde)
	Döwlet geodeziki niwelirmek toruna degişli bolan reperler we markalar (71.9-reperiň depesiniň ýa-da markanyň merkeziniň beýiklik belligi, 71.5-ýer üstüniň beýikligi, metrde)
	Astronomiki punktlar

1:200 000 masştably kartalarda görkezilmeyär

6.14-nji surat. Topografiki kartasynda geodeziki punktlar.

Döwlet geodeziýa torlarynyň **1, 2, 3** we **4** klasly punktlary hem kartalarda de-gişli şertli belgileri bilen görkezilip, olaryň geografiýa we gönüburçly koor-dinatlary ýörite kataloglarda ýerleşdirilýär.

1:25000 we **1:50000** masştably kartalarda döwlet geodeziýa torlarynyň jaý-laryň, binalaryň diwaryndaky we metjtdäki şertli belgileri görkezilýär. Olaryň ýerleşen ýerleri hem edil geodeziýa punktlaryň funksiýasyny yerine ýetiriji hökmünde alynýar. Şeýle punktlar binalaryň diwarlarynyň ýerden galýan (sütünlerde, şpillerde) ýerlerinde belgilemek gerekdir. Olaryň bahalary hem geodeziýa punktlaryň koordinatlar katalogynda görkezilýär. Binadaky(aýdyň jaýyň, metjidiň) şertli belginiň tegeleginiň merkezi, koordinatasy kesgitlenen nokada degişli bolýar. **1:100000** masştably kartalarda jaýlardaky(binalardaky) şertli belgiler görkezilmeyär, onda, diňe metjtdäki geodeziýa punktuň şertli belgisi görkezilýär.

Zawodlaryň we fabrikleriň trubalary, trubaly harazlar, telewizion başnyalary, telewizion, radio we radioreleli maçtalar, diň görnüşli kapital gurluşlar we şuňa meňzeş obýektler, geodeziýa punktlary hökmünde ulanylýan bolsalar, kartalarda aýratyn şertli belgiler bilen tapawutlandyrylmaýar. Kartlarda olaryň koor-dinatlary, belginiň nokadyna degişli bolmak bilen, ýerde obýektiň ýerleşen ýerini görkezýär.

Astronomiýa punktlary az ýaşalýan ýerlerde, eger-de olar geodeziki tory ýatyrmaq üçin ýa-da orientir hökmünde gerek bolsa, onda kartalarda görkezilýär.

Döwlet geodeziýa niwelir torunyň markalary we reperleri, niwelir markasy we reperi görnüşünde şertli belgiler bilen görkezilýär. Olaryň beýikligi ýokary takykly ölçegleriň netijesinde kesgitlenendir.

VII. TEODOLITLI SURAT ALMAK

7.1. 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 alyn-ýanlygyna we beýleki häsiýetlerine seredilip dürli-dürli bolýarlar. Plan almaklyk maksadyna seredilip *sudurly*, *beýiklik* we *topografiki ýalylara* bölünýär.

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

1) Planda ýer üstüniň relýefi teswirlenen bolsa, onda ol wertikal plany alma-gy ýa-da başgaça aýdanda **niwelirleme plany** diýilýär. Niwelirlemegiň netije-sinde ýeriň üstündäki nokatlaryň beýgelmese we absolýut ýa-da otnositel beýiklikleri kesgitlenilýär. Netijede, ýeriň üstündäki çyzygyň profili hem-de relýefi gorizontallar bilen teswirlenen plany alynýar.

2) Eger-de sudurly we wertikal plan almagy 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 almagy öz gezeginde *gurally*(instrumental) we *fortotopog-rafiki* plany almak diýen toparlara bölünýär. Gurally plan almagy işledilýän guralyň ady bilen manydaşdyr. Meselem, topografiki plany almakda gorizontaly we wertikal burçlary ölçeýän *gural-taheometr* işledilse **taheometriki plany** almak, eger-de gorizontaly burçlary grafiki usulda çyzýan gural we wertikal burçlary ölçeýän *gural-menzula toplumy* işledilse menzula bilen plan almagy diýilip aýdylýar. Taheometr we menzula toplumy bilen plany almak

kiçiräk ýer böleginiň kiçi masştably topografiki kartasyny ýa-da planyny düzmekde peýdalanylýar.

Fototopografiki plany almak öz gezeginde ýerde geçirilýän *fototopografiki* hem-de *aerofototopografiki* plan almaklyga bölünýär. Fototopografiki plany almaklyga iş ýüzünde *sterofototopografiki plany* almaklyk hem diýilýär. Munda, fotoapparat bilen teodolidiň birikmesinden ybarat *bolan gural-fototeodolit* ulanylýar. Plany almak fotoapparat bilen ýeriň üsti surata alynýar, teodolit bilen bolsa gorizonta 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 usullary ulanmak mümkinçiliginiň bolmadyk daglyk, buzluk ýerleriniň giň ýaýran sebitleri-ni surata almakda ulanylýar. Bu usulyň köplenç, ýol gurluşy-gynda, gazylyp alynýan peýdaly baýlyklary gözlemekde, süýşýän çägelini ýerlerde çägeniň göwrümini kesgitlemekde we ş.m. giňden ulanylýar.

Aerofototopografiki planyň materiallary (aerosuratlar) täzeden işlenilip topog-rafiki karta ýa-da plany düzülýär. Topografiki planyň maglumatlarynyň köp bö-legi kärhanada işlenilýär we iş wagty gysgaldylýar. Şonuň üçin topografiki kartany düzmegiň aerofototopografiki usulynda iş tiz ýerine ýetrilmek bilen az wagt sarp edilýär. Beýleki usullary ulanmaklygyň kynpak ýerlerinde (batgalyk-larda, çöllük ýerlerde, daglyk sebitlerde we ş.m.) bu usuly ulanmaklyk örän amatlydyr. Häzirki wagtda uly ýeriň çäginin topografiki kartalary aýratyn hem, aerofototopografiki usulda düzülýär. Aerofototopografiki plany almagyň maglumatlary(aerosurat, fotoplan, fotokarta, fotoshema we ş.m.) ýeke bir topografiki kartany düzmeklik üçin gerek bolman, olar halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin zerurdyr.

Plan almak işi ylmy we tehniki taýdan işlenilip çykarylan maksatnamalara we görkezmelere esaslanýlar. Maksatnamalarda we görkezmelerde plan almagyň tertibi, geçirilişi we usulyýeti hem-de düzülýän kartanyň ýa-da planyň mazmu-ny, şeýle hem onuň maksady görkezilýär.

Umumy döwlet ähmiýetine eýe bolan topografiki kartalary we planlary geodeziýanyň we kartografiýanyň baş kärhanasy (uprawleniýesi) tarapyndan işlenilip çykarylan görkezmä we gollanmalara baglylykda alynýar. Şular ýaly plan almak ýurdumyzyň halk hojalyk ätiýajy üçin gerek bolýar. Ol ylmy taýdan işlenilip çykarylan maksatnama esaslanyp, diýarymyzyň ýeriniň çäginini dürli masştabdaky topografiki kartalaryny düzmek üçin gerek bolýar.

Käbir edaranyň görkezmesine we gollanmasyna baglylykda plan almak hem bolýar. Şular ýaly plan almaklygyny, kiçi ýeriň çägininiň uly masştably planyny düzmeklik üçin zerurdyr. Bu kärhanalaryň görkezmeleri we gollanmalary Döwlet kartografiýa komiteti tarapyndan tassyklanylýar.

Plany almagyň tory ýa-da surata almak esasly geodeziki daýanç torlarynyň punktlaryna berkidiýär. Ululygy 25 *gektara* çenli ýeriň çägininiň planyny almak-da hem-de ikinji derejeli ähmiýete eýe bolan inženerli-geodeziki işlerinde, plany almagyň torlary, ýönekeý torlar görnüşünde gurulmagy mümkindir.

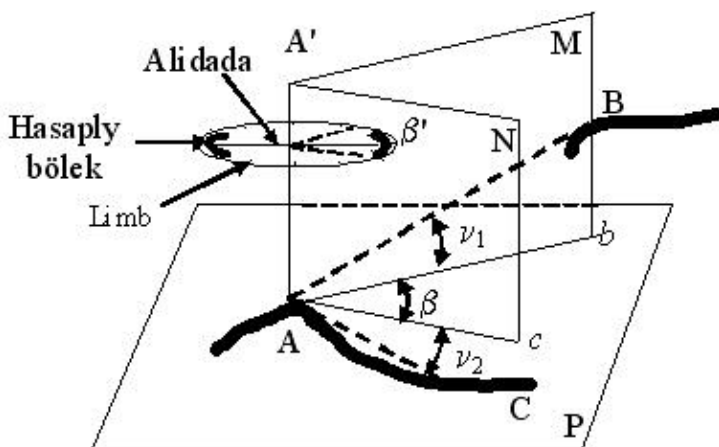
Plany almagyň torlary ýer üstüniň çylşyrymlygyna hem-de plany almagyň torunyň nähli maksat bilen gurulýanlygyna seredip alynýar. Adatça özleşdiril-medik beýikli-pesli ýerlerde we ymaratlaryň gurulmadyk açyk ýerlerinde analitiki torlar gurulýar, özleşdirilen we baglar ösüp oturan hem-de binalaryň bar bolan ýerlerinde teodolitli ýörelgeleri geçirilýär. Aralyklar ölçenenden soňra, ýerlerde plan almagyň torlary-geodeziki kesişdirmek, geodeziki dörtburçlyk we beýleki usullarynda alnyp barylýar.

Teodotli ýörelgesiniň we analitiki torlarynyň punktlarynyň koordinatlarynyň ýer-de burçy we aralygy ölçemeginiň netijelerine esaslanlyp çykarylýar. Plany almagyň torunyň punktlarynyň ýerdäki ýagdaýy grafiki usullarda hem kesgit-lenilmegi mümkindir. Daýanç punktlaryň ýagdaýyny kesgitlemegiň grafiki usulyna geometriki torlaryny, menzula ýörelgesini geçirmek degişlidir. Bu ýeriň çägininiň planyny almak işler görnüşleriniň bölegi hasaplanylýar. Şonuň üçin geometriki tory we menzula ýörelgesi hakyndaky maglumat, menzula toplumy bilen plan almak babynda, fototriangulýasiýa hakyndaky maglumatlar bolsa aerofototopografiýa usulynda plan almak babynda berlendir.

Teodolit ýörelgesi hem analitiki torlara esaslanyp, ýer üstüni plana almaklykda däl-de, dürli inženerli-geodeziki işlerinde, meselem, dürli-dürli ymarat-laryň taslamalaryny düzmeklik maksadynda alnyp barylýan barlag işlerinde hem-de ymaratlary gurmakda, derýa suwlarynyň akymynyň işini kesgitlemekde, şeýle hem daýhan birleşikleriniň we beýleki hojalyklaryň araçäklerini belgi-lemekde, geologiki, geografiki, geomorfologiki işlerde, ýol gurluşygynda we beýleki gurulýan işlerde hem geçirilýär.

7.2. Ýerde burçlary ölçmegiň prinsipi. Teodolit

Ýerde geodeziki işleri geçirmekde gorizonta we wertikal burçlary ölçmek gerek bolýar. Gorizonta burçy ölçmegiň prinsipine seredip geçeliň (7.1-nji surat). A nokatda gorizonta P tekizligi geçireliň, AB we AC çyzyklaryň ugry, AA' wertikal çyzykdan geçýän M we N wertikal tekizlikleriň kömeginde P tekizlige teswirlenilse, gorizonta we wertikal tekizlikleriň özara kesişmegi netijesinde Ab we Ac çyzyklar döreýär. Bu çyzyklaryň arasynda gorizonta burçy belgileýäris.



7.1-nji surat.

Diýmek ýerdäki bir nokatdan çykan iki ugurlaryň AB we AC çyzyklaryň gorizonta P tekizlikdäki teswirleriniň (projeksiýalarynyň) arasyndaky emele gelen gorizonta burçdyr. Bu burçuň bahasyny tapmak üçin merkezi burçuň depesinden(A) wertika çyzyga(AA') gradus we minutlara bölünen tegelek-limb ornaşydylan diýip pikir edeliň. Tegelekde gorizonta burç ab we ac taraplaryň arasyndaky dugany (bc) başlangyç b hem-de ahyrky c nokatlary belgilenen wertika tekizlikler hem gerekdir. Bu wertika tekizliklere nyşanalaýjy tekizlikleri diýilýär. Burçy ölçeyän gurallarda nyşanalamagyň wezipesini görüş turbasy ýerine ýetirýär. Görüş turbasynyň limbiniň merkezinden geçen okda aýlanýan alidadanyň tegelegi üstüne goýulýar. Alidadanyň gorizonta burçuň bahasyny görezi dugasynyň(bc) başlangyç b we ahyrky c nokatlaryny belgi-leýän sazlaýjylar bar. Bu sazlaýjy hasaply bölek görnüşünde bolup, oňa wernýer diýip aýdylýar.

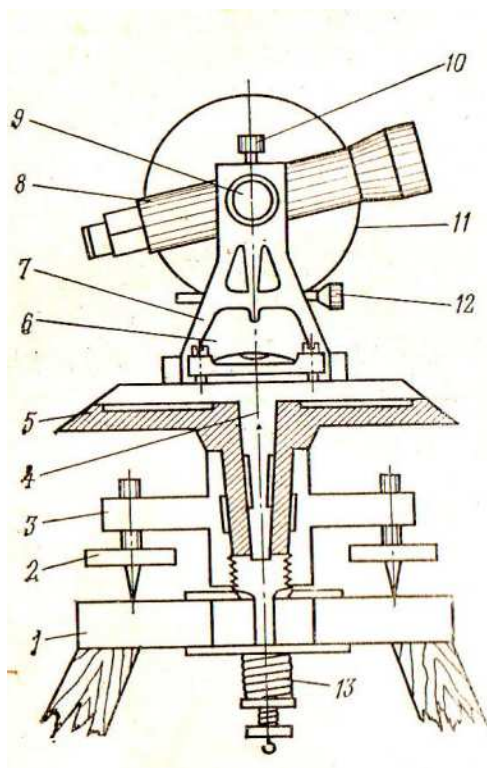
Ýeriň üstünde gorizonta burçy ölçemekde işledilýän gural aşakdaky esasy böleklerden: gorizonta burçuň projeksiýasyny döredýän limb, burçuň ugruny belgilemek üçin hyzmat edýän görüş turbasy hem-de limbiň merkezinden aýlanýan tegelek-alidadadan ybarat. Ine şular ýaly gural **teodolit** diýip atlandyrylýar. Teodolit nokada üç aýak(şatiw) we asma ýükjagazyň kömeginde ornaşdyrylýar. Teodolidiň bölekleriniň bir-birine baglylykda nähili dogry ornaşdyrylandygyny uroweniň(derejäniň) kömegi arkaly barlanylýar.

Berlen nokadyň ýeriň tebigy üstündäki beýikligini tapmak üçin köplenç ýerde wertika burçy ölçemek dogry gelýär. Wertika burça ýapgytlyk burçy hem diýilýär. Ýapgytlyk burçy bu ýerde AB çyzyk bilen okuň gorizonta projeksiýa-synyň Ab -niň arasyndaky burçdyr. Ýapgytlyk burçy gorizonta tekizlikden (P) ýokarda bolsa položitel (v_1), eger-de aşakda ýerleşen bolsa ortisatel (v_1) bolýar.

Ýapgytlyk burçlary ölçemek üçin teodolidiň görüş turbasynyň ýanyna wertika tegelek ornaşdyrylýar. Wertika tegelek, uzaklyk ölçeyji we oriýentir-bussol bilen üpjün edilen **teodolitler-taheometr** diýip aýdylýar.

Teodolidiň esasy bölekleriniň düzülişine we ýerine ýetirýän işine seredip, ornaşdyryjy we işçi bölekler bölünýär. *Görüş turbasy,*

limb, alidada, optiki mikroskopy(hasap almak üçin gurluş) **teodolidiň işçi bölekleri** bolup, *ştatiw, asma ýükjagazy, oriýentir-bussol we metal goýgujy* bolsa **ornaşdyrys bölekleri** bolup hyzmat edýär.



7.2-nji surat.

Teodolidiň limbi (1) we alidadasy (2) gorizental tegelegi döredýärnji surat). Alidadanyň aýlanýan oky guralyň aýlanma oky (3) diýip aýdylýar, bu ok limbiň okuna (4), limbiň oky bolsa metal goýgujyň (5) wtulkasyna girip durýar (7.2-nji surat). Teodolidi ştatiwe ornaşdyrmak maksadynda ştatiwiň depesinde goýlan nurbat peýdalanylýar. Ornaşdyryjy nurbatyň ujunda ilgiji (9) bar; guraly nokatda merkezleşdirmek üçin hyzmat edýän asma ýükjagaz (10) ilgije asylýar. Teodolidiň görüş turbasy (11) gorizental okuň (12)

kömegi bilen alidadanyň daýanjyna (13) ornaşdyrylýar. Wertikal tegelek limb bilen alidadadan ybaratdyr. Onuň limbi görüş turba bilen bilelikde aýlanýar. Görüş turbasyny gorizont al okuň töwereginde, wertikal tegelekde 180° aýlandyrmak mümkindir. Muňa görüş turbasyny **zenit boýunça aýlandyrmak** diýilýär. Görüş turbasyndaky berkidişi (14) we öwrüşi (15) nurbatlary oka berkidip goýmak we wertikal ugurda ýuwaşja aýlandyrmak üçin hyzmat edýär. Şular ýaly nurbatlar (16 we 17) gorizont tegelegiň limbinde hem-de alidadasynda bardyr. Nurbatlaryň alnyşy, teodolitleriň görnüşlerine we takyklygyna baglykda alnýar. Limbiň tekizligini gorizont şeýle hem guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek üçin, tehniki we takyk teodolitlerde bir urowen, ýokary takykly teodolitlerde bolsa bir-birine perpendikulýar edilip iki sany urowen (18) ulanylýar. Limbiň we alidadanyň hasaply bölegini ulaltmak maksadynda (wertikal we gorizont tegeleklerden hasaplary almak üçin), häzirki zaman teodolitlerinde *optiki mikroskoplar* ulanylýar.

Urgydan, çañdan goramak üçin teodolidiň esasy bölekleri gaplar bilen ýapylandyr. Işledilmedik wagtynda ýa-da bir ýerden ikinji ýere görçürilende teodolit mahsus guta ýa-da gaba ýerleşdirilýär.

7.3. Teodolidiň ornaşdyryş bölekleri

Ştatiw. Ştatiw teodolit ornaşdyrylýan üç aýakdan ybarat bolup, ol ýerden birazrak ýokary göterip, ölçenilýän nokadyň üstünde işlemäge şertleri döredýär. Ştatiw metaldan ýa-da agaçdan ýasalyp üç aýakdan we metal üstden ybaratdyr. Gaýkaly nurbatlary(4) burup ştatiwiň aýaklaryny(3) özgertmek: uzaltmak we gysgaltmak bolar. Ştatiwiň aýaklaryna ötgür demir galpak(5) geýdirilendir. Galpakçalarda ştatiwiň aýaklaryny ýere dürter ýaly direkler bar-dyr. Ştatiwiň depesiniň ortasy deşikdir(2), ştatiwi metal goýguja berkitmekde guralyň birikdirişi nurbaty(7) şu deşige burup girizilýär.

Asma ýükjagaz. Asma ýükjagaz teodolidi nokada merkezleşdirmek, ýagny onuň aýlanma okuny ýerdäki nokadyň merkezine dogurlamak üçin gerek bolýar. Ýükjagazyň agramy *100-150 gr*

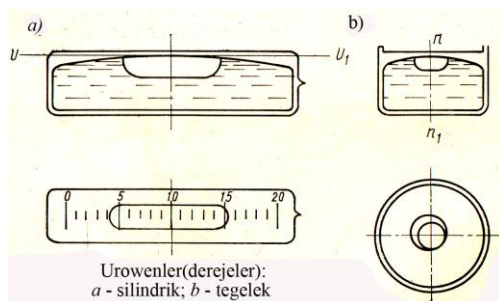
gelyän, ötgür uçly metaldyr. Teodolidiň aýlanma okuny nokada merkezleşdirmek üçin asma ýükjagaz ştatiwiň depesinde ornaşdyrylan nurbatyň ilgijine asylýar.



7.3-nji surat.

Metal goýguç. Metal goýguç teodolidiň işçi bölegini ştatiwe birleşdirýär. Onuň teodolide goşup ýasalan ýa-da aýratyn bolmagy mümkindir. Teodolidiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek maksadynda üç sany göteriji nurbat-lardan peýdalanylýar (7.3-nji surat).

Urowen. Urowen geodeziki gurallaryň oklaryny gorizonta we wertikaýa getirmek hem-de işleýän wagtynda gurallaryň ýagdaýyny görkezmek üçin ulanylýar (7.4-nji surat). Anyk urowenleriň kömegi bilen ýapgytlyk burçlary ölçemek hem mümkindir. Urowenler silindrik we tegelek görnüşli bolýarlar. Silindrik urowen metal gaply bolup, içinde çüýşe naýça bardyr. Çüýşe naýçanyň içine **etil**, **efir** ýa-da **etil** spirdi guýulýar.



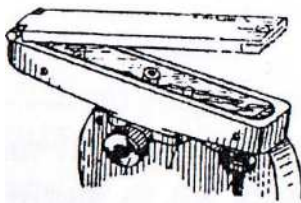
7.4-nji surat.

Uroweniň hasaply böleginiň bir kesiminiň burç bahasyna(2 mm) **uroweniň bölek bahasy** diýilýär. Uroweniň bölek bahasy geodeziki gurallarda, aýratyn hem **1'-dan 0.1"** çenli bolýar. Uroweniň böleginiň bahasy(r'') aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$r'' = \frac{R - L - 180^\circ}{2} \text{ mm-e deňdir.}$$

Bu ýerde L -uroweniň hasaply böleginiň çyzyk uzynlygy; R -uroweniň näýçasynyň ýaýynyň radiusy; ρ'' -burçuň radian bahasy.

Uroweniň böleginiň bahasy belli bolsa, onuň oky gorizonta baglylykda näçe gyşarýandygyny bilmek kyn düşmez. Meselem, bölegiň bahasy 30" bolsa, uroweniň düwmesi nul punktdan iki bölek geçse, uroweniň oky gorizonta tekizlige baglylykda $2 \cdot 30'' = 60''$ gyşaran bolýar.



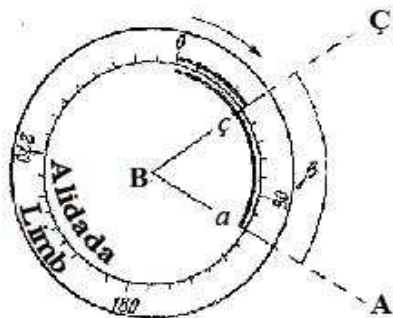
7.5-nji surat.

Oriýentir-bussol (7.5-njy surat). Oriýentir-bussol teodolidiň gorizonta tegeleginiň limbini magnit meridiany boýunça ugrukdyrmak üçin niýetlenendir. Onuň gurluşy bussolyň gutysyndan, magnit dilini berkidiji nurbatdan, hasaply bölekden(wernýerden) we magnit dilinden ybarat. Ol teodolidiň wertikal sütü-nine berkidilýär. Teodolidi oriýentirlemekde gorizonta tegelegiň limbiniň nuly bilen alidadasynyň nuluny gabat getirip, limbiň berkidilen ýagdaýynda teodolidi aýlamak bilen demirgazyk ugur tapylýar we limb berkidilýär. Soňra, alidadanyň berkidiji nurbatyny boşatmak bilen, onyň görüş turbasyny çyzygyň ahyryndaky çelgä seretdirip, optiki

mikroskopyň gorizon-talyndan hasaby alýarys. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.

7.4. Teodolidiň işçi bölekleri

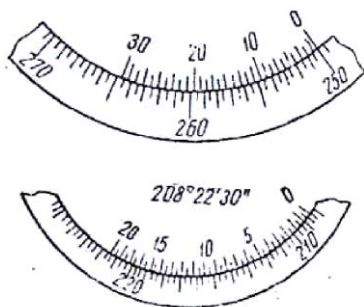
Limb. Limb metaldan ýa-da çüýseden (aýnadan) taýýarlanyp bilner (7.6-njy surat). Metal limb magnitsizlenen demirden ýa-da galaýy-bürünç garyndysyndan ýasalan **disk** we **kümüş-mis** garyndysyndan ýasalan halkadyr. Limbiň diametri **46-270 mm** bolýar. Metal we aýna limbiň daş töweregini, aralary deň edilip böleklere(ştrihlere) bölünendir. Bir-birine ýakyn ýerleşen iki bölegiň arasyndaky ýaýyň bahasyna, *limbiň bölek bahasy* diýilýär. Limbiň bölek bahasy 1', 5', 10', 20', 30' we 1° çenli aralyklarda bolýar. Limbiň bölekleriniň her 10°, 5° ýa-da 1° bahasy sagat diliniň ugrunda 0°-dan 360°-a çenli sanlar bilen belgile-nendir. Limbiň bölek bahasyndan peýdalanyň, onuň böleginiň bahasyny tapmak bolar.



7.6-njy surat.

Alidada. Alidada tegelekden ybarat bolup, onuň aýlanmak oky limbiň wtulkasynyň içine girip durýar. Onuň diametral **gapma-garşylykly** ugurlarda 0° bilen belgilenen görkeziji bölek çyzylandyr. Gorizonta we wertikal burçlary ölçemekde, bu burçlar teodolidiň gorizonta we wertikal tegeleklerine teswirlenilýär we limbiň alidadanyň görkezijisiniň kömegi bilen çemeleşip hasaplary almak

bolýar. Şu ýagdaýda sanlary anyk almak maksadynda wernýer we hasap alyş lupalaryndan peýdalanylýar. Häzirki zaman teodolitlerinde hasaplary almak wernýerleriň ýerine, optiki mikroskoplaryň dürli görnüşleriniň kömegi bilen geçirilýär.



7.7-nji surat.

Wernýer. Wernýer limbden hasap almagyň takyklygyny artdyrmak maksadynda, alidadada çyzylan hasaply böleklerden ybarat (7.7-nji surat). Limbiň böleginiň bahasyny we alidadaky bölekleriň bahasyny şu aşakdaky formula boýunça tapmak bolar:

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

Bu ýerde l -limbiň böleginiň bahasy; n -alidadaky hasaply bölekleriň bahasy; t - wernýeriň takyklygy.

Limbiň we wernýeriň bölekleriniň bahalaryny ýonekey göz bilen görmek kyn bolýar. Şonuň üçin limbiden we wernýerden hasaplary alar ýaly, lupadan ýa-da optiki mikroskopdan peýdalanmaklyk has-da amatlydyr. Wernýerden metal limbli teodolitlerde işlenilýär. Bu teodolitler häzirki wagtda önümçilikden doly galdy diýen ýalydyr. Limbi aýnadan ýasalan optiki teodolitlerde limbiň bahasyny görkezmek we hasaplary almak maksadynda, mahsus hasap almak *gurluşlary-ştrihli* ýa-da *şkalaly* mikroskoplar ulanylýar.

Görüş turbasy. Görüş turbasy geodeziki guralyň esasy işçi böleklerinden biri bolup, görünýän nokady anyk nyşana almak (wizirlemek) üçin hyzmat edýär. Görüş turbasy iki optiki sistemadan: obýektiw(v_1) we okulýar(v_2) silindr görnüşli metal turbalaryň içine ýerleşdirilen, şoňa görä bu turbalar *obýektiw* we *okulýar* turbalary hem diýip atlandyrylar. Okulýar turbasynyň linzasy, onuň aşagyndaky diafragma diýip atlandyrylýan çýüşe plastinkaly halka, sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen birleşdirilýär. Çýüşe plastinka sapakly ýüpjagazlar tory çyzylandyr(6.2.10-njy surat). Sapaklar tory wertikal **çyzyk-nyşanalaýjy** çyzyklary, çetki iki gorizont al çyzyklar bolsa sapakly uzaklyk ölçeýji çyzyklary bolup durýar. Sapaklar torunyň oňat, aýdyň görünmegini üpjün etmek maksadynda okulýar turbasynyň geregiçe aýlandyryars. Sapaklaryň kesişen esasy nokady we obýektiwiň optiki merkezi arkaly geçen çyzyga teodolidiň **nyşanalaýjy** oky diýilýär.

Häzirki wagtda görüş turbalary içinden foksirlenýän teodolitler işlenilip çy-karylýar. Bu görüş turbasynda obýektiw bilen sapaklar tory diafragmanyň ara-synda, linzaly turba ýerleşdirilendir. Fokuslaýjy linzaly obýektiw, teleobýektiw diýip hem atlandyrylýar. Fokuslaýjy linzany iki tarapa süýşürmek ýoly bilen teleobýektiwiň fokus aralygy özgerdilýär. Netijede, seredilýän obýektleriň aý-dyň we oňat şekili görünýär.

Görüş turbasy, esasan hem ulaldyp görkeziş meýdany we aýrylygy bilen häsi-ýetlenýär. Görüş turbasynyň ulaldyş köeffisiýenti şu aşakdaky formula bilen aňladylýar:

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

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

7.5. Teodolitleriň görnüşleri

Teodolitler düzülişi, takyklygy we hususy häsiýetleri babatynda birnäçe topar-lara bölünýärler.

Limbiň metal goýguja birleşdirilişi boýunça teodolitler: *ýönekey* we *gaýtalan-ýan* ýaly toparlara bölünýär. *Ýönekey*(sada)

teodolitler metal goýguja alýlan-maz ýaly berkidilýär. Teodolit metal goýgujyna baglylykda dürli ugurlara aýlanýan bolsa, onda bu *gaýtalanýan* teodolit bolýar. Gaýtalanýan teodolitler bilen gorizonta burçlary limbiň dürli kesiminde ölçemek we takykrak netijäni almak bolar. Ýönekeý teodolitler bilen gorizonta burçlary limbiň islendik ýerinde(ýagdaýynda) ölçemek bolmaz. Olarda, sag we çep gorizonta tegelekler-den alnan hasaplar, göni 180° tapawut eder. Soňky ýyllarda işlenilip çykarylýan teodolitleriň ählisi diýen ýaly gaýtalanýan teodolitlerdir.

Teodolitleriň metal ýa-da aýna limbli görnüşleri bolýar. Çüýşe limbli teodolitlerde optiki mikroskoplar bolýanlygyndan, limbiň böleklerini, şu mikroskoplaryň kömeginde görüş turbasynyň okularynyň ýanynda görkezmek bolar. Olar metal limbli teodolitlere garanynda ykjam, ýenil we işledilişi amatlydyr. Optiki teodolitleriň mikroskoplary, limbden takyk sanlary almaga ýardam berýär.

Takyklygy taýdan teodolitler: ýokary, takyk we tehniki takykly ýaly toparlara bölünýär. Gorizonta burçlary ýokary takykly teodolitler bilen ölçemekde, ortaça kwadrat ýalňyşlyklar $0,5''$ -dan $1,0''$ -a çenli aralygynda bolýar. Bu teodolitlerden *T-05*, *T1* we ş.m. sanamak bolar.

Takyk teodolitleriň kömeginde burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy $2,0''$ -dan $10,0''$ -a çenli aralyklarda bolýar. Bu *teodolitlerden 3T2KII, 3T5KII, 2T2KII, 2T5KII, 2T2, T2, T5, 2T5* we ş.m. sanamak bolar.

Tehniki takykly teodolitleriň kömegi bilen burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy $15,0''$ -dan $1'$ -a çenli çäklerde bolýar. Bu *teodolitlerden 2T30, T30, T15, 2T30II, 2T15KII* we ş.m. sanamak bolar.

Häzirki zaman teodolitleriniň markasynda, onuň ölçeg takyklygy görkezilen bolýar. Meselem, tejribehana şertlerinde *2T2KII* teodolidi bilen gorizonta burçlary $\pm 2''$, wertikal burçlary bolsa $\pm 5''$ takyklykda, *2T10KII* teodolidi bilen gorizonta burçlary $\pm 10''$, wertikal burçlary bolsa $\pm 15''$ takyklykda ölçemek bolýanlygy kesgitlenildi.

7.6. Optiki teodolitler

Optiki teodolitleriň limbi çýüşeden ýasalandyr. Görüş turbalary içinden fokuslanýar. Gorizontal we wertikal tegeleklerden hasaplary almak üçin görüş turbasynyň okulýarynyň ýanyna mahsus mikroskop ornaşdyrylandyr. Mikrosko-pyndan seredende görkezgiç(indeks) bölekli çüýşe plastinkada gorizontal we wertikal tegelekleriň bir bölegi görünýär. Bu bolsa gorizontal we wertikal tegeleklerden birazrak hasaplary almagy amatlaşdyrýar. Tehniki takykly teodolitleriň esasy görnüşleri bilen tanyş bolalyň:



7.7-nji surat.

2T5KII teodolidi. Bu teodolit takyk teodolitler toparyna degişli bolup, onuň metal goýgujy aýrylýar(aýratyn görnüşli), ýagny teodolitden aýry ýagdaýda ýasalandyr. Bu bolsa teodeolit ýörelgesini(geçelgesini) ýatyrmakda üç şatiw usulynda, gorizontal burçlary ölçemäge mümkinçilik berýär. Teodeolit wertikal burçlary ölçemek üçin kompensator bilen üpjün edilendir. Kompensator öz gezeginde silindrik uroweniň roluny ýerine ýetirýär. Teodolidiň görüş turbasy, ýerdäki obýektlere takmynan seretmek üçin niýet-

lenen nyşanajyklar bilen üpjün edilendir. Bu teodolit bilen gorizonta burçlary $\pm 5''$ takyklykda ölçemek bolar.

3T5KII teodolodi. Teodolit 2T5KII (7.7-nji surat) teodolidiniň esasynda ýasalandyr. Teodolit teodolitli, taheometriki we 1 we 2 razrýadly poligonometriki ýörel-gelerini geçirmekde, şonuň ýaly-da köpeldilen analitiki torlaryny gurmakda ulanylýar. Bu teodolitleri dürli masştably topografiki kartalary düzmeklik maksadynda, gidrografiki we dürli görnüşli barlaglary geçirmekde, şäher we inženerli poligonometriýasyny gurmakda we ş.m. ýerlerde giňden ulanmak bolar.

Teodolit bilen bilelikde topluma magnit azimuty kes-gitlemek üçin niýetlenen bussol, güne we nyşanalamagyň minimal aralygyny gysgaltmak üçin görüş turbanyň okularyna geýdirmek üçin geýdirgiç(nasadka) girýär.

Gorizonta we wertikal burçlary ölçemegini orta kwad-rat ýalňyşlygy $4.5''$ baha deňdir.



7.8-nji surat.

T-16 teodolidi (7.8-nji surat). Bu teodolit *Şwesariýanyň WILD firmasynyň* takyk hasap bölekli teodolitler toparyna degişlidir. Bu teodolit, geodeziýada we inženerçilik geodeziýasynda

köp görnüşli mysallary çözmekde giňden ulanmak bolar. Onuň optiki mikroskopynyň hasaply bölegi takyk we ýeňil okalýar. Bu bolsa işleýänlere uly ýeňillikleri döredýär.

Gural amatly optiki asma, wertikal tegelegiň aildadasy, kompensator we mejbury merkezleşdiriji bilen üpjün edilen. Bu teodolidi **DISTOMAT** seriýaly islendik görnüşli ýagtylyk elektronly uzaklyk ölçijileri bilen kybaplaşdyrylandyr. T-16 teodolidiň tehniki häsiýetnamasy 7.1-nji tablisada berlendir.

7.1-nji tablisada

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

WILD T1000 teodelidi. Elektronly *WILD T1000* (7.9-njy surat) teodeolidi topografiki we kadastr surata almalary üçin iň oňat gural bolup, onuň burçlary ölçemeginiň standart gyşarmasy $\pm 3''$ -a deňdir. Bu teodolit burçy ölçemeginiň absolyut mehanizmi bilen üpjün edilip, elmydama surata almaga taýýardyr. T1000 teodolidiniň iki sany modeli bolup, perdeli (klawişli) we iki tarapda hem indikatorly ýa-da maglumatlary ýazar ýaly gurluş bilen üpjün edilendir. Ony “*Wild*” firmasynyň islendik görnüşli elektronly ýagtylyk uzaklyk ölçeýjileri bilen birleşdirip bolar. Klawiaturasy reňkli ýasalan bolup, onuň bilen işlemek örän amatlydyr. Bir peraniň basylmagy bilen burçlaryň we aralyklaryň awtomatiki ölçenilişi barlanylýar.

Elektronly T1000 teodolidiniň tehniki häsiýetnamasy 7.2-nji tablisada berlendir.

7.2-nji tablisa

Tehniki häsiýetnamasy	Ululygy
Görüş turbasynyň ulaldyşy	30 ^x
1000 m-de görüş meýdany, metrde	27
Analamağyň iň gysga uzaklygy, metrde	1,7
Burçuň ölçenilişi	Üznüksiz
Standart gyşarmasy: gorizonta burçlar üçin	3"
Wertikal burçlar üçin	3"
Indikasiýa	1'
Wertikal tegelegiň alidadasynyň kompensatory	Maýatnikli
Işçi diapazony	±2'
Takyklygy	±2"
Alidadanyň uroweniniň duýgurlugy, 2 mm-de	30"/2
Iýmit çeşmesi, wolt	12 w
Agramy: guralyňky, kg	4,9
Gabyňyňky, kg	3,9



7.9-njy surat.

Sanly teodolit DT100. Bu teodolit dünýä tejribeliginde ilkinji suw geçir-meýän teodolittir. DT100 tapgyrly sanly teodolidi TONCON kompaniýasynyň şu teodolidi göz bilen optiki mikroskopa seredip hasap alynma-gyny talap etmeýär. Burçuň ululygyny almak üçin onuň depelerine ornaşdyrylan ýerdäki nyşanlara seretdirýäris we monitoryň ekranyndan sany okamak ýeterlidir. Hasaby almakdaky ýalňyşlyk düýbünden aradan aýrylýar we meý-danly işleriniň öndüriligi hem-de işiň hili ýokarlanýar. Sonuň bilen birlikde sanly teodolitleri islendik howaly şertlerde, ýagynly, garly we güneşli yssy howalarda işlemä-ge mümkinçilik berýär. Bu bolsa işiň oňjeýligini has-da ýokarlandyrýar.

Häsiýetnamasynyň aýratynlyklary:

- Ýagmyrdan goramagyň derejesi IPX6;
- Burçlary ölçemegiň ýokary takyklygy, 2"(DT-101);
- TOPCON kompaniýasynyň islendik model-däki ýagtylyk uzak ölçejileri bilen bilelikde ulanylmagy;

- RS-232C portunyň üsti bilen berlenleri çykarmak;

Döwüji okulýarlarynyň, günden goraýjy filtrleriniň, berkidiji kom-pasynyň we ş.m. giň saýlanmasynyň bolmagydyr.

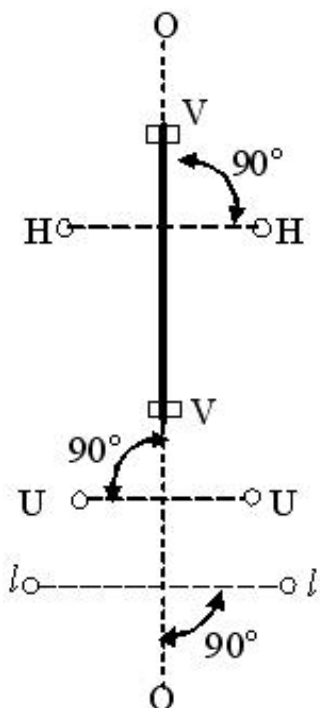
LDT50 tipli elektronly teodolidi Bu teodolit özüniň görnüşi, işleýiş prinsipi boýunça döwrümiziňiň ajaýyp oýlap tapyşlarynyň biridir. Bu teodolit düzülen lazer şöhlesiniň kömeginde ahyrky nokatlarda duran nyşanalaýjylary awtomatiki ýagdaýda gözläp tapýar we perdeleri başlangyç we ahyrky nokatlarda basmak bilen ölçenýän burçuň mukdaryny bilmek bolar. Burçlary ölçemekde görüş turbanyň optiki mikroskopyndan hasap almak zerur däldir.

Sonuň ýaly-da lazerli elektronly teodolidi LAÝKA, KERN we TONCON kompaniýa-larynyň öndürýän ýagtylyk uzak ölçejileri bilen bilelikde ulanmak bolar.

LDT50 teodolidini hasaplaýyş serişdeleri bilen, 0.5 megobaýt göw-rümdäki, meýdan ölçegleriniň maglumatlaryny saklaýan disketiniň kömegi bilen birleşdirip bolýar we sanly kartalaryny düzmek bolar.

7.7. Teodolitleri derňemek we sazlamak

Teodolitler belli mehaniki, optiki we geometriki talaplara jogap berer ýaly edilip ýasalýar. Emma, guralyň könelmegi we şikeslenmegi mümkindir. Şonuň üçin teodolidi işletmezden öňürti, ony synap we barlap, kemçiliginiň barlygyny, tapylan näsazlyklary aýyrmak gerekdir.



7.10-njy surat.

Teodoldi **synamak** (ýustirowka etmek) bilen **barlamagyň** (powerkanyň) arasynda tapawut bardyr. *Synag* diýende, onuň aýry bölekleriniň sypatyna baha bermäge düşünilýär. Synag wagtynda teodolidiň aýry bölekleriniň belli talaplara saz gelişi-gelmezligi we detallarynyň sazlaşykly işleýşini, limbiň bölek kesimleriniň

dogrulygy, alidadanyň eksentritetiniň ýokdugyny, uroweniň düwmesiniň ýerinden erkin we mylaýym gozganyşyny, görüş turbasyndan sudur-laryň (ýerdäki elementleriň) anyk, rowşen görnüşi, sferiki we hromatiki aberrasiýanyň täsiriniň ýoklugy kesgitlenilýär.

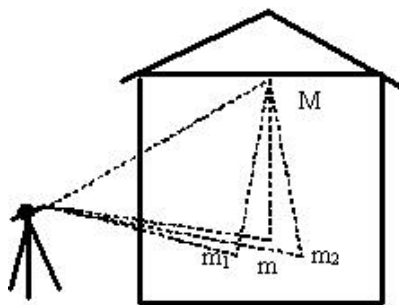
Teodolidi barlamak diýende, onuň düzüliş şerti boýunça, onuň aýry-aýry bölekleriniň(oklarynyň) arasyndaky özara geometriki arabaglanyşygyny gere-giçe düzetmäge düşünilýär. Teodolidi synamazdan we barlamazdan öňürti, ony ştatiwe berk ornaş-dyryp, limbiň, alidadanyň, görüş turbasynyň oklary-nyň daşynda erkin we bökdewsiz aýlanyşyny berki-diji, göteriji we öwrüji nurbatlarynyň dogry we erkin burluşyny anyklamak zerurdyr.

Teodilidi barlamakda, onuň esasy oklary ýa-da bölekleri bir-birine geometriki taýdan dogry ornaşdyrylandygyna üns berilýär. Gaýtalanýan teodolitlerde limbiň oky esasy (wertikal) ok O-O (7.10-njy surat) görüş turbasynyň aýlanma H-H, nyşanalaýjy oky V-V, şeýle hem uroweniň oky U-U barlag şertleri bolup durýar.

Teodolidi barlamagyň esasy şertleri şu aşakdakylardan ybaratdyr:

1. *Gorizontal tegelekde, onuň her bir uroweniň okunyň, teodolidiň esasy okuna perpendikulýar ($U-U \perp O-O$) bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti aşakdaky ýaly barlamak bolar. Urowen metal goýgujyndaky iki sany göteriji nurbatlaryň üstünde parallel edilip ornaşdyrylýar, nurbatlar gapma-garşylykly taraplarda burulyp, uroweniň düwmesi nul punkta(orta) getirilýär. Soňra iroweniň okuny başlangyç ugra görä perpendikulýar ýagdaýda goýýarys, ýagny üçünji nurbatyň üstünde goýýarys we şu nurbaty burmak bilen uroweniň düwmesi nul punkta getirilýär. Soňra işleriň dogry getirilenligini barlamak üçin, ikinji ugry 180° aýlandyrýarys, şu ugurda uroweniň düwmesi nul punkrda ýa-da ondan iki bölekden köp gyşarmasa iş dogry geçirilen hasaplanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň oky teodolidiň aýlanma okuna baglylykda perpendikulýar ornaşdyrylan hasaplanylýar. Eger-de, urowenin düwmesi nul punktdan iki bölekden köp gyşarsa, onda ilki bilen uroweniň sazlaýjy nurbatlarynyň we metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň kömegi bilen orta, ýagny nul punkta getirilýär. Barlag birnäçe gezek

gaýtalanýlýar. Gorizontál tegelekde ikinji urowen bar bolsa, ol hem birinji usul ýaly barlamak bilen, onuň okunyň teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýarlygy anyklanylýar.



7.11-nji surat.

2. *Görüş turbanyň nyşanalajy okunyň, onuň aýlanma okuna perpendikulýar ($V-V \perp O-O$) bolmagy hökmanydyr.* Bu şert aşakdaky ýaly barlanylýar, ýagny teodolidiň ÇT(ST) tegeleginde, onuň aýlanma oky wertikal ýagdaýa getirilýär we görüş trubanyň sapaklar torundaky gorizontál we wertikal sapaklarynyň kesişme nokadyny aýdyň görüňän bir nokada nyşanalajarys we optiki mikroskopdan (gorizontál tegelekden) hasaby alýarys. Görüş turbasyny zenit boýunça aýlandyrýarys we alidadany 180° burup, görüş turbasyny ýene-de şol nokada nyşanalajarys we optiki mikposkopyň ST(ÇT) hasaby alýarys. Alnan hasap-laryň bir-birine deňligi turbanyň nyşanalajy okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýarlygyny görkezýär. Hasaplaryň tapawudy mikroskopyň takykly-gyndan 3-e köpeldilmaginden uly bolsa, ony düzetmek bilen dogurlamak gerekdir. Şu ýaly baha *kollimasiýa ýalňyşlygy* diýilýär. Kollimasion ýalňyşlygy şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$2t = \frac{ST - \text{ÇT} \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu ululygy gorizontál tegelekde goýmak üçin orta hasabyň bahasyny *n-i* şu aşakdaky formula arkaly tapýarys:

$$n = \frac{ST + \zeta T \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu hasaby alidadanyň öwrüji nurbatynyň kömegi bilen goýýarys. Şu ýagdaýdardaky sapaklaryň kesişme nokady nyşanalanýan nokat bilen gabat gelýär. Sapaklaryň kesişýän nokady, nurbatlaryň kömegi arkaly nyşanalanýan nokada geçirilýär.

3. *Görüş turbasynyň aýlanma okunyň, teodolidiň aýlanma oku-na perpendikulýar, ýagny $H-H \perp O-O$ bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti barla-mak üçin guralyň aýlanma oky werti-kal ýagdaýa getirilýär we tordaky sapaklaryň kesişme nokady jaýyň diwa-rynyň iň beýik böleginde ýerleşen bir nokady belleýäris (7.11-nji surat). Sönra turbanyň obýektiwli tarapyny aşaga düşürýäris, diwarda M nokadyň proyék-siýasy m_1 nokat belleniýär. Bu nokadyň ýeriň derejesinden birazrak ýokarda bolmagy gerekdir. Turbany zenit arkaly 180° aýlandy-ryp, soňra ýene-de şol diwardaky nokada nyşanalaýarys. Turbanyň obýektiwli tarapyny aşak düşürýäris we şu ýagdaýda sapaklaryň kesişen nokady boýunça diwarda m_2 nokady belleýäris. Eger-de m_1 we m_2 nokatlar bir-biriniň üstüne düşseler, onda gural ýokardaky şerte laýyk diýip hasaplanylýar. Eger-de olar bir-birine gabat gelmeseler, onda görüş turbanyň aýlanma oky, teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýar däl hasaplanylýar. Şu näsazlygy aradan aýyrmak üçin m_1 we m_2 nokatlary birleşdirýän çyzyk deň ikä bölünip, şu ýerini m bilen belgileýä-ris. Soňra görüş turbasynyň bir tarapdaky sazlaýjy nurbatlaryndan birini burup boşatmak we ikinjisini burup berkitmek ýoly bilen sapaklaryň kesişen nokady diwardaky m nokadyň üstüne dogry getirilýär. Mm_1 we Mm_2 ugurlaryň arasyn-daky burç $0,5'$ -dan köp bolmaly däl. Onuň bahasyny şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

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

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

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

4. *Sapaklar torunyň wertikal çyzygynyň, turbanyň aýlanma okuna perpen-dikulýar bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti barlamak üçin guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirýäris, sapaklaryň kesişme nokady ygtyýar bir nokada dogurlanylýar. Soňra turbanyň aýlanma okunyň daşynda mikrometr nurbatyň kömeginde asda ýuwaş aýlandyryp, sapaklar torunyň wertikal çyzygy nyşanalanýan nokada baglylykda gabat getirilýär. Wertikal çyzyk nyşanalan nokady tutsa, şert ýerine ýetdigi bolar. Eger-de nokady tutmasa sazlaýjy nurbatlary burup boşadyp, wertikal çyzyk şert ýerine ýetýänçä burulýar, soňra nurbatlar burulyp berkidilýär.

5. *Optiki wiziriň okunyň, görüş turbanyň nyşanalaýjy okuna, hökmany parallel bolmalydyr.* Şerti barlamak üçin şu aşakdaky işleri ýerien ýetirýäris:

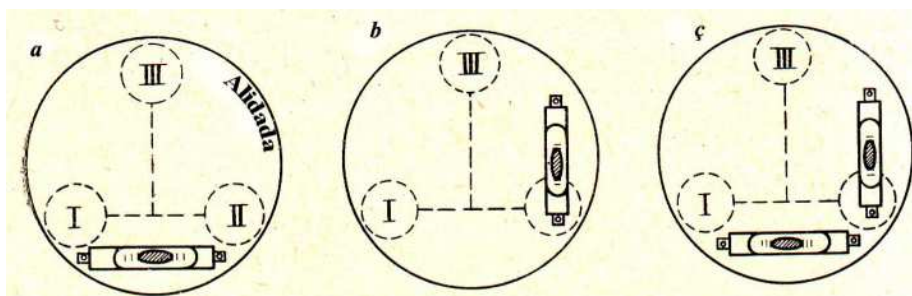
Optiki nyşanyň kömegi bilen 250-300 metr aralyga görüş turbany seret-dirýäris. Soňra bir wagtyň özünde, bir göz bilen nyşana we aralykdaky nokada seredýäris. Nyşanyň goşmagy bilen seredilýän nokat gabat gelmese, onda turba-nyň öwrüji nurbatynyň kömegi bilen gabat getirýäris. Olar 2'-dan köp bolsa, onda optiki nyşanyň ýagdaýyny gorizonta we wertikal tekizlikde berkidýäris.

7.8. Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek

Burçy ölçemek üçin teodolit öňi bilen ölçenilýän burçuň depesine (nokatda) ornaşdyrylýar. Soňra *merkezleşdirilmek, gorizontallaşdyrmak, görüş turbasyny düzetmek we görüş turbany düzetmek* ýaly işleri geçirmeli bolýar. Bu işler şu aşakdaky ýaly geçirilýär:

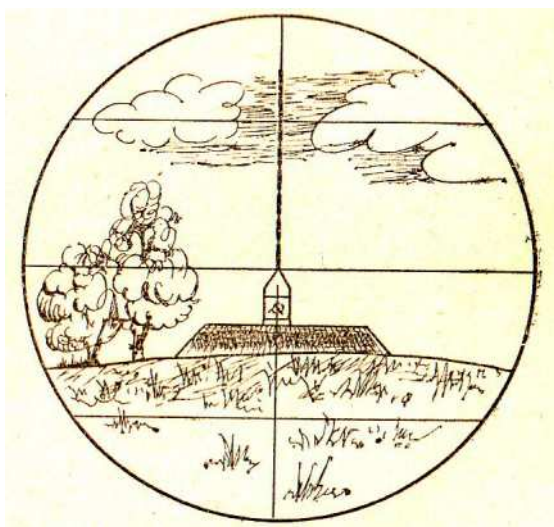
1. **Teodolidi merkezleşdirmek**, bu onuň aýlanma okuny ýerdäki nokat bilen gabat getirmeklikdir. Teodolidi merkezleşdirmek üçin ştatiwiň ornaşdyryş nur-batynyň ujunda as-ma ýükjagaz asylýar, soňra ştatiw nokadyň üstüne anyk gelen edilip ornaş-dyrylýar, ştatiwiň ayaklary ýere dürtülýär. Ornaşdyryjy nurbat burulyp boşadylýar we guraly ştatiwiň üstünde sürüp, asma ýükjagaz ýerdäki nokadyň merkezine getirilýär, soňra ornaşdyryjy nurbat burulyp berkidilýär. Teodolit asma ýükjagazyň kömegi bilen $\pm 5 \text{ mm}$ takyklykda merkezleşdirilýär. Has takyk merkezleşdirmek

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



7.12-nji surat.

2. Teodolidi gorizontallaşdyrmak, bu onuň aýlanma okuny *asma çyzygyň* ugruna parallel ýerleşdirmek hadysasydyr. Teodolidiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek (gorizontallaşdyrmak) üçin teodolidiň gorizont tegelegindäki sislidrik urowen we metal goýgujyň nurbatlary ulanylýar. Bu işi geçirmek üçin gorizont tegelekdeki silindrik uroweni meral goýguçdaky haýsy hem bolsa iki sany göteriji nurbatyň ugrunda goýýarys, soňra nurbatlary gapma-garşylykly ugurlarda burmak bilen uroweniň düwmesi nul punkta getirilýär. Soňra ilki başdaky ugra perpendikulýar ugurda (onuň 90° aýlandyrylmagy bilen) silindrik uroweniň okuny ýerleşdirýäris, şu ýagdaýda uroweniň düwmesini üçünji nurbaty burup, uroweniň düwmesi nul punkta getirilýär. Geçirilen işi barlamak maksadynda, ikinji ugry 180° öwrende, silindrik uroweniň düwmesi nul punktdan gitmese ýa-da uroweniň iki böleginden köp gyşarmasa gural gorizontallaşdyryldygy bolýar. Eger-de iki bölekden köp gyşarsa ýa-da nul punktdan köp gyşarsa, onda uroweniň düzediji nurbatlary we metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň kömegi bilen uroweniň düwmesi nul punkta getirilýär we iş täzeden geçirilýär. Guralyň aýlanma okunyň wertikal ýagdaýyna gelinçä, bu işiň birnäçe geze gaýtalanmagy mümkindir.



7.13-nji surat.

3. **Görüş turbany düzetmek** işini ýerine ýetirmek üçin guralyň turbasyny açyk öwüşgüne, diwara, açyk howa seretdirip, turbanyň okulýaryndaky sapaklar torunyň *aýdyň şekilini*, onuň okulýarynyň öwrüji nurbatyny aýlamak bilen alýarys (7.13-nji surat). Şeýle hem görüş turbasyny ýerdäki predmete seretdirip, görüş turbanyň kramalýerini burmak bilen, predmetiň aýdyň we dury suduryňy almaklyk geçirilýär. Görüş turbasynyň şular ýaly sazlaşdyrylmagyna *fokuslamak* diýilýär.

4. **Teodolidi oriýentirlemek işi** bussolly surata almagyny geçiren ýagdaýynda ulanmak bolar. Oriýentirlenmek magnit meridiany boýunça geçirilýär. Alida-danyň we limbiň nul hasaply böleklerini gabat getirip, alidadanyň berkidiji nur-baty bilen berkidýäris, limbiň berkidiji nurbatyny bolsa boşadýarys, şu ýagdaýda görüş turbanyň nyşanalaýjy okynyň bussolyň magnitli diliniň nuly bilen gabat gelyänçä öwürýäris. Teodolidi has takyk oriýentirlemek üçin, limbiň öwrüji nur-batyndan peýdalanmak bolar. Guraly oriýentirläp, limbiň berkidiji nurbatyny berkidýäris we alidadanyň berkidiji nurbatyny bolsa boşadýarys, şu ýagdaýda görüş

turbany ýerdäki ugry kesgitlenilýän nokatdaky çelgä seretdirip, teodolidiň optiki mikroskopyndaky gorizonta tegelekden hasaby alýarys. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.'

7.9. Gorizonta burçlary ölçemek

Teodolidiň kömegi bilen gorizonta burçlary ölçemegiň birnäçe usullary bar-dyr. Olardan: *priýomlar, töwerekleýin kabul edijilik we gaýtalamak usulla-ryny* sanamak bolar.

7.3-nji tablisa

Teodolitli surata almakda gorizonta burçlary ölçemegiň žurnaly

Nokatlaryň ady	Seredilýän nokatlar	Gorizonta tegelekden alnan hasaplar, gradusda	Gorizonta burçlar	
			R ýa-da L	Orta
1	2	3	4	5
O ₁	R(Sag tegelek)		144°51.5'	144°51.7'
	B	212°22.5'		
	A	67°31.0'		
	L(Çep tegelek)		144°52.0'	
	B	116°51.5'		
	A	331°59.5'		

$$\beta_1 = 212^\circ 22.5' - 67^\circ 31.0' = 144^\circ 51.5'$$

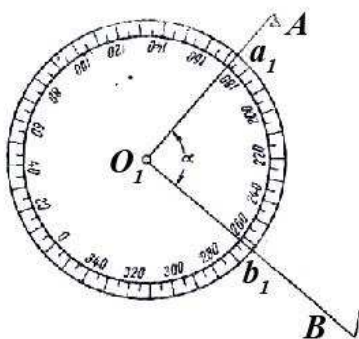
$$\beta_2 = 116^\circ 51.5' + 360^\circ - 331^\circ 59.5' = 144^\circ 52.0'$$

$$\beta_{orta} = (\beta_1 + \beta_2) / 2 = (144^\circ 51.5' + 144^\circ 52.0') / 2 = 144^\circ 51.7'$$

Priýomlar usuly. Bu usulda $\angle BO_1A$ gorizonta burçy ölçemek üçin (7.14-nji surat) O_1 nokada teodolidi ornaşdyryp, B we A nokatlarda bolsa çelgi taýaklary (wehalary) ornaşdyrýarys. Teodolit nokatda işçi ýagdaýyna getirilýär we ondan soňra şu aşakdaky işler geçirilýär.

a) Teodolit ornaşdyrylan nokadyndan onuň B tarapdaky nokada goýulan çelgä, teodolidiň görüş turbasy arkaly seredeliň. Seretdirmegi görüş turbanyň aşagynda ýa-da ýokarsynda

ornaşdyrylan nyşanajygyň(wiziriň) kömegi bilen nokatdaky çelgä gödek seretdirýäris. Bu wagtda gorizental tegelegiň limbiniň berkidiji nur-batlaryny burup berkidilen bolmagy hökmanydyr. Çelgi turbadan görünenden soňra, alidadany berkidiji nurbatlary burup berkidýäris. Soňra sapaklar torunyň kesişen nokadyny öwrüji nurbatlarynyň kömegi bilen çelginiň düýbine dogurlaýarys we optiki mikroskopyň gorizental tegeleginden hasaby(a) alýarys. Alnan hasaby “teodolitli surata almagyň žurnalynda” B nokadyň garşysyna ýazýarys (7.3-nji tablisa). Žurnalyň birinji sütünine teodolidiň ornaşdyrylan nokadynyň ady ýa-da nokatlaryň tertibi, ikinji sütünine seredilýän nokatlaryň atlary, üçünji sütüne bolsa gorizental tegelekden alnan hasaplar, dördünji we bäşinji sütünlere gorizental burçlar ýazylýar. Burçlary ölçände teodolodiň wertikal tegeleginiň haýsy tarapynda ýatýan-lygyna baglylykda, alnan hasaplaryň üstüne onuň ady, Sag tegelek (R) ýa-da çep tegelek (L) ýazylýar.



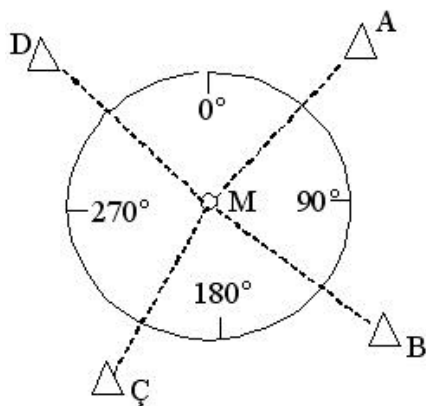
7.14-nji surat.

b) Görüş turbasy arkaly A nokat-daky çelgä seredýäris. Şu ýagdaýda, alidadanyň berkidiji nurbatyny boşa-dyp, turbany A nokada tarap öwürýäris, turbadan çelgini gödek tapmak maksa-dynda ýenede nyşanajykdan peýdalan-mak bolar. Görüş turbasyndan çelgi görünenden soňra, alidada we turbanyň nurbatlaryny burup berkidýäris. Sapaklar torunyň kesişen nokadyny öwrüji nurbatlaryň kömegi bilen çelginiň düýbine dogurlaýarys we optiki mikroskopyň

gorizontal tegeleginden hasaby(b) alýarys. Alnan hasaby žurna-la ýazýarys.

ç) Ölçenýän burçuň ululygyny kesgitlemek maksadynda burçuň sag tegele-ginden alnan hasapdan, çep tegelekden alnan hasaby aýrmak bilen kesgit-leýäris($\beta = a - b$). Eger-de çep tarapdaky nokada seredip alnan hasap, sag tarap-daky nokada seredilip alnan hasapdan uly bolsa, onda sag tarapdan alnan hasabyň üstüne 360° goşup, soňra çep tarapdan alnan hasaby aýyrýarys. Hasap-lanyp çykarylan burçuň bahasyny žurnalyň dördünji sütünine ýazýarys.

d) Burçuň dogry ölçenenligini barlamak we turbanyň kollimasion bahasyny aradan aýrmak maksadynda, berlen burçy teodolidiň ikinji tegeleginde ölçeyäris. Eger-de, öň wertikal tegelek sagda *bolsa-çepe*, çep tegelekde bolan *bolsa-sag* tegelege geçirýäris. Onuň üçin görüş turbasny zenitde takmynan 180° aýlandyryp şu işi ýerine ýetirýäris. Limden hasap almakda uly ýalňyşlyga ýol bermezlik maksadynda, limbiň ýerleşen ýerini takmynan 90° üýtgedýäris. Bu işi limbiň berkidiji nurbatyynyň boşadylan ýagdaýynda geçirip, ugry alandan soňra limbi ýene-de berkidip goýýarys. Gorizontal burçy teodolidiň ikinji ýarymynda ölçe-megi, edil ýokardaky tertipde geçirýäris we alnan a' we b' hasaplary žurnala ýazýarys.



7.15-nji surat.

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

Hasaplamagy edil birinji ýarym priýomdaky yaly tertipde geçirýäris.

e) Iki gezek ýarym priýomda ölçenilip alnan netijeleriň tapawudy mikpos-kopyň ikilenç takyklygyndan ulu bolmasa, burç dogry ölçenen hasaplanylýar. Eger-de dogry ölçenen bolsa, ýarym priýomlarda alnan netijeleriň orta arif-metiki bahasy tapylýar. Burçlaryň ha-saplanyşy tablisanyň aşagynda berlen-dir.

Töwerekleýin priýomlar usuly. Gorizontal burçlary töwerekleýin pri-ýomlar usuly bilen ölçemekde, M nokatdan A , B , C we D ugurlary ölçemek üçin M stansiýada teodolidi iş ýagda-ýyna getirýäris. Alidadaky limb bilen takmyny 1-2' hasaba deň edip berkidýäris we limbiň aýlanmagy bilen görüş turbany baş-langyç A punkta seretdirýäris (7.15-nji surat). Guralyň şu ýagdaýynda gorizontal tegelegiň limbinden hasaby alyp meýdan ölçegleriniň žurnalyna ýazýarys.

Şu ýagdaýda limbi berkidilen görnüşde goýup, alidadany boşadýarys we sagat diliniň ugruna yzygiderlikde D , C , B we ýene-de A punkta seretdirip gorizontal tegelekden hasaplary alyp žurnala ýazýarys. A punktadan alnan hasap boýunça gorizontal tegelegiň limbiniň hemişelik ýagdaýda duranlygy barlanylýar, edilen gözegçilikler birinji ýarym priýomy düzýär.

Soňra turbany zenitiň üstünden geçirip ýene-de başlangyç A punkta seretdirip, limbiň ýapyk ýagdaýynda gorizontal tegelegiň limbinden hasaby alýarys, alnan hasaby žurnalyň degişli ýerine ýazýarys. Soňra alidadany boşadyp sagat diliniň ugryna B , C , D we A nokatlara sagat diliniň ugryna we tersine yzygiderlikde D , C , B we A punktlara seretdirip limbden hasaplary alyp žurnala ýazýarys. Şonuň bilen ikinji ýrym priýom hem gutarýar. Iki ýarym priýom bir priýomy düzýär. Şular ýaly priýomlaryň, gorizontal burçlary ölçemekde birnäçesiniň bolmagy mümkindir. Bu guralyň takyklygy we burçy ölçemekdäki görkezme(instruksiýa) boýunça gerek bolan takyklyga baglydyr. Seretmekde bir usuldan beýleki usula geçmekde, limb 180 %n baha deň bolan burça öwrülýär, bu ýerde n -usullaryň sany.

Töwerekleýin priýomlar usulynda gorizental burçlary ölçemegiň žurnaly

Stan-siýa	Seredil-yân punkt-lar	Gorizental tegelekden alnan hasaplar		R-(L-180°)	$\frac{R-L-180^\circ}{2}$	Nula getirilen
		Sag(R)	Çep(L)			
M				Orta	0°02'21"	
	A	0°02'12"	180°02'24"	-12"	0°02'18"	0°00'00"
	B	56°40'24"	236°40'24"	0°	56°40'24"	56°38'09"
	Ç	120°25'24"	300°25'36"	-12"	120°25'30"	120°23'09"
	D	182°30'30"	2°30'36"	-6"	182°30'33"	182°28'12"
	A	0°02'24"	180°02'24"	0°	0°02'24"	

Žurnalda birinji usulyň maglumatlary ýazylandyr. Iň soňky sütünde başlangyç punkta otnositellikde nul ugra getirilen hasaplaryň ortaça bahasy ýazylýar. Beýleki usullarda hasaplary nul ugra getirilýär we birnäçe usullardan gutarnykly ortaça ugur alynýar hemde gorizental burçlary ugurlaryň tapawudy ýaly kesgit-lemek bolar. Bu usuly punktda ugurlaryň sany ikiden köp bolan ýagdaýynda ulanmak amatlydyr.

Gaýtalamalar usuly. Gaýtalamalar usuly her bir burçy birnäçe, aýratyn gaýtalamak usuly bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gorizental tegelegiň limbinde, alidadany takmyny 1-2'-da deň bolan baha goýup, limbiň aýlanmagy bilen turbany çepdäki A punkta seretdirip (6.2.21-njy surat) limbi berkidýäris we a hasaby alýarys, soňra alidadany boşadyp sag tarapdaky $\angle AMB$ ölçenýän burçuň sag B punktyna seretdirýäris we alidadany berkidýäris, soňra ölçenilýän burçuň taknyny bahasyny kesgitlemek üçin gorizental tegelekden a hasaby alýarys. Şondan soňra limbi boşadýarys we ýapyk alidadada turbany birinji A punkta seretdirýäris we limbi berkidýäris. Soňra alidadany boşadýarys we turbany B punkta seretdirýäris. Bu bolsa gorizental burçuň gorizental tegelegiň limbinde ikinji gezek goýuldygy bolýar. Öňki aýdylanlara esaslanyp, limbde gorizental burçy birnäçe gezek goýmak bolar. Bu ölçegiň takyklygyna baglydyr. Soňky B punktdan B_n -hasap, n gezek ölçenen gorizental burçuň ululygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär

($\sum \beta = B_n - a$). Burçuň ululygyny şu aşakdaky formulanyň kömeginde tapmak bolar:

$$\beta = \frac{B_n + k \cdot 360^\circ - a}{n}.$$

Bu ýerde k -alidadanyň nul hasabynyň näçe gezek limbiň nulyndan geçendigini görkezýän san.

Şular ýaly burç ýarym usul(priýom) bilen ölçenilýär. Edil şular ýaly-da wertikal tegelegiň beýlki ýagdaýynda hem ölçenilýär we şu iki ölçeg bir priýomy düzýär. Priýomlaryň sanynyň birnäçe bolmagy mümkindir. M punktdaky burçlaryň ählisi 360° -a çenli goşmaçasy bilen ölçenilýär. M punkt-daky ölçenen burçlaryň bolmaly burçlarynyň jemi 360° -a deň bolmalydyr we burçy ölçemekde $30''$ -lyk takyklykdaky teodolit ulanylan bolsa, onda burç ýalňyslygy şu aşakdaky çäkten geçmeli dälir:

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

Bu ýerde n -ölçenen burçlaryň sany.

Gaýtalamalar usulu bilen gorizontal burçlary ölçemekde teodolidiň iki hasabynyň ýalňyslygy, burçuň n gezek netijesine girýär, burçuň bir esse ýalňyslygy n gezekden kiçidir. Şol sebäpli, bu usuly köp hasap ýalňyslykly teodolitleri($T30$, $2T30$ we ş.m.) üçin ulanmak amatlydyr.

7.10. Wertikal burçlary ölçemek

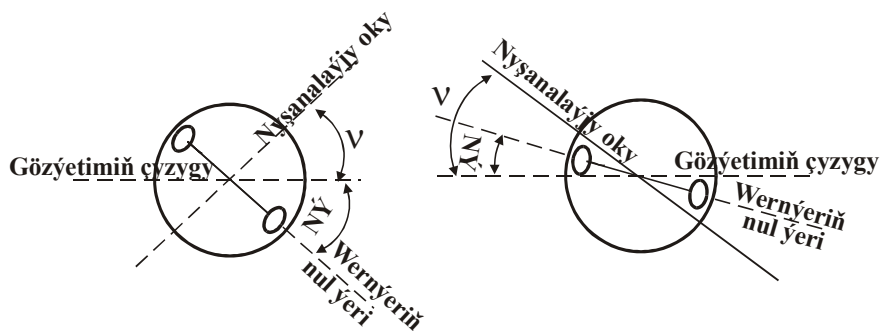
Wertikal burçy teodolidiň kömegi bilen ölçeyärler (7.16-njy surat). Teodolidiň gorizontal tegeleginde bolan bölekler, onuň wertikal tegeleginde hem bardyr. Wertikal tegelegiň gorizontal tegelekden tapawudy şundan ybaratdyr: görüş turbanyň gorizontal okynyň daşynda aýlandyrylanda, limbiň tegelegi bilen birlikde aýlanmagy, alidadanyň bolsa yerinden gymyl-damazlygydyr. Görüş turbanyň nyşanalaýjy oky wertikal tegelegiň uroweniniň okuna parallel bolmagy wernýerdäki hasabyň nul bolmagyny gazanýar. Bu bolsa wertikal tegelegiň nul diametriniň görüş turbanyň nyşanalaýjy okuna hem-de uroweniň gorizontal okuna parallel bolan ýagdaýynda

alynýar. Emma, köplenç şu şert ýerine ýetirilmeyär. Meselem, wertikal burçy ölçemek üçin görüş turbasyny ýerdäki nokada nyşanalaýarys we wertikal tegelekden hasap alýarys. Bu hasap wertikal burçdan (ν) NY burç tapawutlanýar. *Wertikal tegelegiň nul ýeri byrçy(NY), wertikal tegelegiň uroweniniň düwmesiniň merkezde, ýagny nul punktda bolan ýagdaýynda, görüş turbasynyň nyşalaýjy oky bilen alidadanyň nul hasaply bölekleriniň arasynda emele gelýär.* Wertikal burçlary ölçemekde nul ýeri burçuny hasaba almak zerurdyr.

Wertikal burçlary hasaplamazdan öňürti, teodolidiň wertikal tegeleginiň nul ýerini hasaplamak zerurdyr. Teodolidiň wertikal tegeleginiň nul ýeriniň hasap-lanyş formulalary, olaryň tiplerine baglydyr. Kesgitleniş formulalaryny şu aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$NY = \frac{L+R}{2} \quad \text{ýa-da} \quad NY = \frac{R+L}{2}.$$

Bu ýerde R -teodolidiň wertikal tegeleginiň sagynda ýagdaýynda alnan hasa-by, gradusda; L -teodolidiň wertikal tegeleginiň çepinde bolan ýagdaýynda alnan hasaby, gradusda.



7.16-njy surat.

Wertikal burç ölçenende teodolidiň wertikal tegeleginiň nul ýeri bize belli diýeliň. Onda, wertikal tegelegi, görüş turbasyna baglylykda sagynda bolan ýagdaýynda, A nokada nyşanalap ölçenen wertikal burç aşakdaky formula boýunça hasaplanýar:

$$\nu = \frac{L - R}{2} \quad \text{ýa-da} \quad \nu = \frac{R - L}{2}.$$

Şeýle hem, eger-de teodolidiň wertikal tegeleginiň nul ýeri(NÝ) belli bolsa şu aşakdaky formulalary ulanyp kesgitlemek hem bolar:

$$\nu = L - N\acute{Y} = N\acute{Y} - R$$

Eger-de, teodolidiň wertikal tegeleginden alnan hasaplar 0° -dan 60° -a çenli aralykda bolsa, onda bu hasaplara 360° goşulýar.

1-nji mysal. Wertikal burç 2T5 teodolidi bilen ölçenen, onuň wertikal tege-leginden aşakdaky hasaplar alnan, ýagny $R=5^\circ 24,3'$ we $L=-5^\circ 24,9'$. Onda, ölçenen wertikal burçy we wertikal tegelegiň nul ýeri boýunça şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$N\acute{Y} = \frac{-5^\circ 24,9 + 5^\circ 24,3'}{2} = -0^\circ 00,3'.$$

Onda, wertikal burçy şu aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\nu = \frac{-5^\circ 24,9' - 5^\circ 24,3'}{2} = \frac{-10^\circ 49,2'}{2} = -5^\circ 24,6'.$$

Wertikal burçuň dogry ölçenenligini barlamak maksadynda, burçy beýleki for-mulalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Hasaplamagy şu aşakdaky ýaly geçirýäris:

$$\nu = L - N\acute{Y} = -5^\circ 24,9' - (-0^\circ 00,3') = -5^\circ 24,9' + 0^\circ 00,3' = -5^\circ 24,6'$$

ýa-da

$$\nu = N\acute{Y} - R = -0^\circ 00,3' - (-5^\circ 24,3') = -0^\circ 00,3' + 5^\circ 24,3' = -5^\circ 24,6'$$

7.5-nji tablisa

Wertikal burçlary ölçemegiň žurnaly

Nokatlar		Wertikal tegelegiň ýagdaýy	Wertikal tegelekden hasaplar	Wertikal tegelegiň NÝ	Wertikal burç (ν)
Stansiya	Şeredilýän				
1	2	L	$-2^\circ 16,0'$	$-0^\circ 00,5'$	$-2^\circ 15,5'$
		R	$2^\circ 15,0'$		

2-nji mysal. Wertikal burç 2T30П teodolidi bilen ölçenen we şu aşakdaky hasaplar alnan diýeliň(6.2.5-nji tablisa), Wertikal tegelegiň nul ýerini şu aşakda-ky ýaly hasaplaýarys:

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

Wertikal burçy şu aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

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

Wertikal burçlaryň hasaplanşyny barlamak üçin şu aşakdaky formulalary ulanmak arkaly hasaplaýarys:

$$\nu = L - N\dot{Y} = -2^{\circ}16.0' - (-0^{\circ}00.5') = -2^{\circ}16.0' + 0^{\circ}00.5' = -2^{\circ}15.5'$$

ýa-da

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

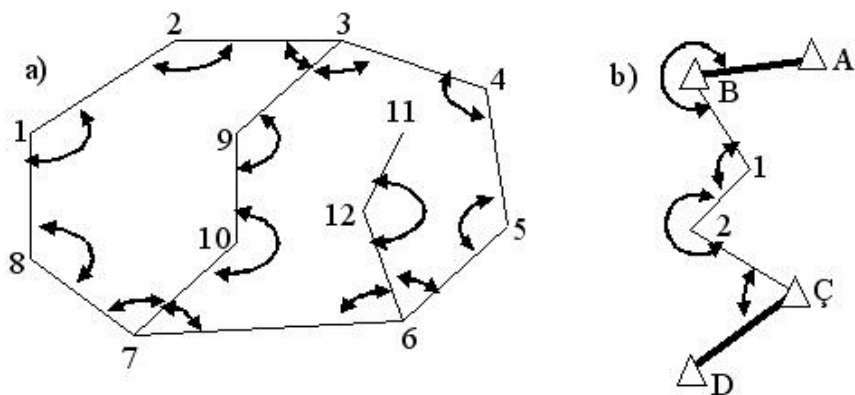
Wertikal burçlary dogry ölçenmegi üçin, onuň wertikal tegeleginiň nul ýeriniň üýtgemezligi gerekdir. Nul ýeri özgeren bolsa, onuň ululygy optiki mikroskopyň takyklygynyň ikilenç mukdaryndan uly bolmazlygy zerurdyr. Wertikal tegelegiň $N\dot{Y}$ -niň üýtgemegi uroweniň düwmesiniň naýçanyň takyk ortasyna getiril-mezliginden, görüş turbanyň nokada anyk nyşanalanmazlygyndan, hasap almakda ýalňyş bahanyň alynmagyndan ýüze çykyp biler. Şonuň üçin wertikal burçy ölçemekde, ölçemegiň takyklygyna täsir edýän sebäpleri azaltmak gerekdir.

Wertikal burçlar teodolit bilen öçenende, wertikal tegelegiň nul ýerini her iş gününde 2-3 *gezek* anyklamak hökmanydyr. Bu ýerde bir zady bellemek bolýar, ýagny her halda wertikal tegelekden hasap almazdan öňürti uroweniň düw-mesini takyk naýçanyň ortasyna getirmek, görüş turbany nokada anyk nyşa-nalamak, teodolidiň aýlanma okuny takyk wertikal ýagdaýa getirmek zerurdyr. Wertikal burçy ölçände teodolidiň wertikal tegeleginiň nul ýeri deň ýa-da ýakyn sanlar bolmagy gerekdir.

7.11. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler

Teodolit ýörelgesiniň depeleri ýerde geodeziki bellikler bilen belgilenen köpburçluklardan ybaratdyr. Köpburçlugyň $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ taraplary we bu taraplaryň arasyndaky $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$

gorizontal burçlary ölçenilýär. Ölçeğiň netijelerine esaslanyp, köpburçlугyň depeleriniň gönüburçly koordinatlary kesgitlenilýär.



7.17-nji surat.

Teodolit ýörelgesiniň *açyk*, *ýapyk*(**poligon**), *diagonal* we *asma* ýörelgeler görnüşinde bolmagy mümkindir (7.17-nji surat). *Açyk görnüşündäki* teodolit ýörelgesi iki sany bazis çyzyklarynyň (bazis-uzynlygy we oriýentirleniş burçlary belli bolan çyzyk) aralygynda geçirilýär(7.17-nji a suratda, 3-9-10-7 ýörelge). Teodolit ýörelgesi bir daýanç punktdan başlap ýene-de şol punkta gelse, onda *ýapyk ýörelge* emele gelýär(7.17-nji a suratda, 1-2-3-4-5-6-7-8 ýörelge). Ýörelgäniň bir depesi daýanç punktdan başlap, beýlekisi bolsa gönüburçly koordinatlary belli bolmadyk nokatda galsa onda, bu *ýörelge asma* bolýar(7.17-nji a suratda, 11-12-6 ýörelge). Eger-de ýörelge poligonyň içinde iki sany daýanç punktlaryň arasynda geçirilse, onda ýörelgäniň *diagonal* görnüşü alynýar(7.17-nji b suratda, A-B-1-2-Ç-D ýörelge).

Teodolit ýörelgesini geçirmegiň dowamynda ýerine ýetirilýän işler:

- 1) Teodolit ýörelgesiniň taslamasyny düzmeklik;
- 2) Surata alynjak ýeri rekognessirowka etmek;
- 3) Teodolit ýörelgesiniň punktlaryny ýerde berkitmek;
- 4) Teodolit ýörelgesini geçirmek wagtynda ölçeg işleri;

5) Ölçeğleriň netijelerini hasaplamak we teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatlaryny kesgitlemek ýaly işlerden ybarat.

Teodolit *ýörelgesiniň taslamasy* kiçi masştably topografiki kartasynyň esasynda düzülýär. Kartada plany alynýan ýeriň çägendäki birnäçe triangul-ýasiýa, poligonometriýa punktlary we ýeriň çägendäki araçäkleri ýa-da planşet-leriň çarçuwasy çaklendirilýär.

Taslamany düzmekde aşakdakylary göz önünde tutmak zerurdyr:

1. Teodolit ýörelgeleri maksada laýyk bolmalydyr. Ol dürli maksatlarda geçi-rilenliginden, oňa edilýän talaplar hem dürli-dürli bolýar. Meselem, plan almakda, teodolit ýörelgesine esaslanýan bolsa, punktlaryň plany alynýan ýeriň çäginde bir sydyrgyn ýerleşmegi gerekdir. Olarda teodolit ýörelgesiniň punkt-laryny belgilemek, olara duraly ornaşdyrmak we erkin işlemek mümkin bolmalydyr. Punktardan surata alynýan ýeriň oňat görünmegi we ölçeğ işlerini geçirmek ýeňil bolmalydyr. Şäher we şäherçeleriň planyny almakda teodolit ýöerlgesi köçedir-proýezdler boýunça geçirilýär. Ýörelge ýap, arna ýaly uzalyp gidýän obýektleriň taslamasyny düzmek maksadynda alnyp barylýan gurluşyk işlerinde, teodolit ýörelgesi obýektleriň trassasyny boýlap geçirilýär. Dürli görnüşdäki gidrotehniki ymaratlary gurmak wagtynda teodolit ýörelgesi, olaryň gyrasyny boýlap, daýhan we beýleki birleşiklariň planyny almagyň wagtynda bolsa, olaryň araçäklerini ýakalap geçirilýär;

2. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň wagtynda ölceg netijelerini geçirmek we olara baha bermek üçin teodolit ýörelgesi triangulýasiýa, poligonometriýa ýa-da surata almak esasy torlaryň planly punktlaryna birleşdirmegi zerur;

3. Teodolit ýörelgesiniň her bir tarapy *350 metrden* uzyn bolsa, özleşdirilen ýerde *20 metrden*, özleşdirilmedik ýerlerde bolsa *40 metrden* gysga bolmazlygy hökmanydyr. Poligon ýa-da ýörelgede gysga tarap bilen uzyn tarapyň çalşylyp gelmegini gazanmalydyr;

4. Başlangyç we ahyrky punktlaryň arasyndaky uzynlyk belgilenen ýeriň çäginde uzyn bolmazlygy gerekdir.

Rekognessirowka teodolit ýörelgesiniň taslamasyny düzenden soňra topografiki plany almakda, esaslanýan geodeziki daýanç

punktlaryň ýagdaýyny tapmak maksadynda, surata alynýan ýeri gözden geçirmek we barlamak üçin alnyp barylýar. Şu döwürde teodolit ýörelgesiniň taslamasyna baglylykda geçirmek mümkinmi-mümkin dälmi hem-de geodeziki daýanç punktlarynyň şu ýeriň çäginde barlygy ýa-da ýoklugy kesgitlenilýär.

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

1. Teodolit ýörelgesiniň yzygider ýerleşen punktlarynyň bir-birinden görün-megi;

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

3. Sudurlary we relýefi plana almagy ýakynlaşdyrmak maksadynda berk ornaşdyrylan we köp wagtlap saklanylýan ýerleriniň alynmagy;

4. Punktlaryň plany alynýan ýerler üçin bir görnüşli tertipde belgilenilmegi hökmanydyr.

Rekognessirowkanyň netijesine esaslanyp, teodolit ýörelgesi geçirilýär we *işiň plany* düzülýär.

Binalaryň düşen ýeriň çäginde, teodolit ýörelgäniň punktlary metal gazyklar, metal turba ýa-da relsiň bölegini kakyp belgileýärler. Şular ýaly ýerlerde, ýerasdy kommunikasiýa guýularynyň gapaklaryndan hem punktlaryň sypatynda peýdalanmak bolar. Punktyň tertibi onuň şu ýerdäki iň ýakyn obýektlerine ýazylyp goýulsa, punktlary tapmak ýenilleşer. Teodolit ýörelgesiniň punktlaryny ýerde belgiläp gitmekde, bu punktyň ýerleşen ýeriniň takmynan plany çyzylyp gidilýär.

Özleşdirilmedik ýerlerde teodolit ýörelgesiniň punktlaryny metal turba ýa-da agaç gazyk kakylp belgilenilýär. Teodolit ýörelgesi açyk tor görünüsünde geçirilse, onda onuň her başynjy punkty poligonometriýa reperi ýa-da toprak reperleri bilen baglanyşdyrylýar. Toprak reperleriniň töweregi üçburçlyk ýa-da dörtburçlyk şeklinde gazylyp goýulýar.

7.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri

Teodolit ýörelgesini geçirmekde şu aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

a) Teodolit ýörelgesiniň öwrümli burçlary $30''$ ýa-da $1'$ takyklykdaky tehnik teodolitleriň kömeginde doly priýomda ölçenilýär. Her bir ýarym priýomda teodolidiň limbini takmynan 90° -a öwrülýär. Teodolit ýörelgesiniň tarapy gysga bolan ýagdaýynda punktda çelginiň ornuna çüýli gazygy goýmak hem bolar.

Burçlary ölçemekde her ýarym gezekde ölçeg netijeleriniň tapawudy $\pm 1'$ -dan geçmezligi gerekdir.

b) Teodolit ýörelgesiniň taraplary iki gezek, yagny göni we ters ugurda ýa-da iki gural bilen göni ugurda ölçenilýär. Aralygy ölçemekde uzynlygy 20 metr gelýän ýörite hasap bölekli polat lentalardan, ruletkalardan ýa-da takyk optiki uzaklyk ölçeýjilerden peýdalanmak bolar.

Teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň iki gezek ölçeg netijeleriniň tapawudy, ölçeg amatly bolan ýerlerde her 100 m-e $4\text{-}5\text{ sm}$, ölçeg amatsyz bolan ýerlerde bolsa $7\text{-}10\text{ sm-den}$ geçmezligi hökmanydyr.

Ölçenilýän çyzygyň gorizont alýasyny kesgitlemek maksadynda, ýapgytlyk burçy ölçenilýär. Eger-de, aralygy ölçemek üçin polat lenta işledilýän bolsa, gorizont burç ölçenilýän wagtynda ýapgytlyk burçy hem ölçenilip gidilýär.

ç) Teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatlaryny döwlet ýa-da surata almak esasly koordinatlar ulgamynda kesgitlemek üçin teodolit ýörelgesiniň koordinatlary belli bolan punktlara berkidilýär.

Teodolit ýörelgesi geçirilen ýerde daýanç punktlary bolmasa, uly takyklyk talap edilmeýän ýagdaýlarynda, teodolit ýörelgesi belli masştably kartadan kesgitlenilmegi hem bolar. Kartanyň bolmadyk ýagdaýynda, bu nokadyň koordinatasy şertli ýagdaýda bir sana deň diýilip kabul edilýär. Bu ýagdaýda teodolit ýörelgesiniň bir tarapyň ýa-da iki tarapyň magnit azimutyny, teodolidiň bussolynyň kömeginde ýa-da astronomiki azimutyny görkezmek ýoly bilen kesgitlenilýär.

7.13. Teodolitli surata almagyň maglumatlaryny hasaplamak

Teodolit ýörelgesiniň maglumatlaryny hasaplamakda şu aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

Teodolitli surata almagyň maglumatlaryny işlemek üçin ilki bilen ýörelgäniň nokatlarynyň gönüburçly koordinatларыny hasaplamak gerekdir. Nokat-laryň gönüburçly koordinatларыny hasaplamak maksadynda “*Nokatlaryň gönü-burçly koordinatларыny hasaplamak*” diýen wedomostyny hasaplaýarys(6.2.6-njy tablisa):

1. *Bu wedomosta ilki bilen teodolitli* surata almagyň netijeleri boýunça ýörelgäniň depelirindäki gorizental burçlary hasaplaýarys. Gorizental burçlar “*Priýomlar*” usuly bilen ölçenen bolsa, onda burçlaryň ululygyny şu aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplamak bolar:

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

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

Alnan netijeler bir birine deň bolmalydyr. Olar bir-birine deň bolmasa we teodo-lidiň hasaply gurluşynyň ikilenç takyklygyndan geçmese, onda bu bahalaryň orta arifmetiki bahasyny tapýarys. Soňra, tapylan gorizental burçuň orta arifmetiki bahasyny 6.2.6-njy tablisanyň “*Gorizental burçlar*” diýen sütünleriniň 2-nji sütünine, “*Ölçenen burçlar*” diýen ýerine ýazýarys.

Gorizental burçlary β formulanyň üsti bilen hasaplasak, onda alnan baha esasy ölçeg bolmak bilen teodolidiň ýarym usulyny düzýär. Teodolidiň beýleki tegeleginde kesgitlenen β' burç artykmaç ölçeg bolup, burçuň sag we çep tegeleginde ölçenen ýarym usullary doly usuly düzýär.

Şular ýaly tertipde ýörelge boýunça, ähli gorizental burçlaryň ululyklaryny hasaplap, olaryň orta arifmetiki bahalary boýunça žurnala ýazýarys.

2. *Ölçenen gorizental burçlaryň burç ýalňyslygyny* hasaplalyň, onuň üçin tablisanyň birinji wertikal sütünine ýörelgäniň tertibini, 2-nji sütünine bolsa ölçenen gorizental burçlary ýazýarys, soňra burçlary ölçemekde goýberilen ýalňyslygyň ululygyny şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitleýäris:

$$f_{\beta} = \sum_{i=1}^n \beta_{olcenen} - \sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly};$$

Bu ýerde $\sum_{i=1}^n \beta_{olcenen}$ -ölçenen gorizonta! burçlaryň jemi, gradusda

$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly}$ bolmaly gorizonta! burçlaryň jemi, gradusda; f_{β} -ölçegde goýberlen ýalňyslyklar.

Bolmaly gorizonta! burçlaryň jemini, eger-de ýörelge ýapyk bolsa, şu aşak-daky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = 180^{\circ} \cdot (n - 2);$$

bu ýerde n -burçlaryň sany.

Biziň mysalymyzda poligon boýunça burç ýalňyslygy şu aşakdaky ýaly 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 aýyk ýa-da diagona! görnüşli bolsa, onda şu aşakdaky formulalary ulanylýar (12.7-nji tablisa):

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_0 - \alpha_n + n \cdot 180^{\circ} \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_n - \alpha_0 + n \cdot 180^{\circ} \text{ (çep burçlar üçin).}$$

bu ýerde α_0 we α_n -başlangyç we ahyrky çyzyklaryň direksion burçlary, gradus-da.

Diagona! ýörelge boýunça burç ýalňyslygynyň ululygy şu aşakdaky baha deň bolar (12.7-nji tablisa):

$$f_{\beta} = 742^{\circ} 23,7' - (61^{\circ} 31,5' - 39^{\circ} 10,6' + 4 \cdot 180^{\circ}) = +2,8'$$

Tapylan ýalňyslyklaryň dogry ýa-da nädogrylygyny anyklamak üçin goýebrilýän ýalňyslygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ol şu aşakdaky formulanyň esasynda kesgitlenilýär:

$$f_{\beta \text{ goýberilýän}} = (\pm \Delta' \cdot \sqrt{n})'.$$

Bu ýerde Δ' -guralyň takyklygyna bagly bolan san.

Goýberilýän ýalňyslygyň ululygy ýapyk ýörelge boýunça şu aşakdaky baha deň bolar:

$$f_{\beta_{\text{goý}}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{8} = \pm 1,5' \cdot 2,83 = \pm 4,2.$$

Diagonal ýörelge boýunça goýberilýän burç ýalňyslygy şu aşakdaky ýaly baha deň bolar:

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

Tapylan ýalňyslyk bilen goýbeilýän ýalňyslyk şu deňsizligi kanagatlandyрма-lydyr, ýagny $f_{\beta_{\text{ölçenen}}} \leq f_{\beta_{\text{bolmaly}}}$ bolmalydyr.

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

Ölçenen gorizonta burçlary, paýlanan ýalňyslyklary hasaba almak bilen düze-denden soňra, düzedilen gorizonta burçlary alyarys we žurnalyň 3-nji sütüne ýazýarys.

3. *Wedomostdaky 4-nji sütüni doldyрмаk* işine başlaýarys, bu direksion burçlary hasaplamak diýen sütündir. Çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamak üçin şu 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 β_n -düzedilen gorizonta burçlar, gradusda.

Şu ýerde bir zagy bellemek zerurdyr, ýagny başlangyç çyzygyň direksion burçunyň (α_{n-1}) üstüne 180° goşanda gorizonta burçuň (β_n) mukdaryndan kiçi bolsa, onda ýene-de 360° sany goşup ($\alpha_{n-1} + 180^\circ + 360^\circ$), soňra gorizonta burçy aýyrýarys. Biziň mysalymyz boýunça, wedomostda 1-2-nji çyzygyň direksion burçundan hasaplamany başlamak bilen, şu çyzygyň direksion burçunda hem hasaplamany gutarýarys. Başlangyç çyzygyň direksion burçundan başlanyp, şu çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanyň barlagy bolup durýar.

Diagonal ýörelge boýunça çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamagy 8-1-nji çyzykdan başlap 4-3-nji çyzykda hem gutarýarys. Ahyrky 4-3-nji çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanyň barlagy bolup durýar.

4. Eger-de plan ýörelgäniň rumblary boýunça gurulýan bolsa, onda žurnalyň 6-njy sütünini hasaplaýarys. Bu işi geçirmek üçin çyzyklaryň hasaplanan direksion burçlarynyň bahalaryny "Oriýentirlemek" diýen bölümünde azimut, direksion burç we rumbyň arasyndaky arabaglanyşyk diýen temany özleşdirmek zerurdyr we hasaplamaný geçirmek bolar. Ilki birlen çyzyklaryň ugry hasaplanylýp, soňra onuň bahasy ýerleşýän çärýegine baglylykda hasaplanylýar. Hasaplanan rumblary žurnalyň 6-njy sütünine ýazýarys.

5. Çyzyklaryň direksion burçy we olaryň gorizonta kesiminiň uzynlyklary boýunça koordinatlar artmasyny (Δx we Δy) hasaplaýarys, olary şu aşakdaky formulalar üsti bilen geçirmek bolar:

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

Bu ýerde S - çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy, metrde.

$\cos \alpha$ we $\sin \alpha$ - funksiýalaryň bahasyny ýöriteleşdirilen trigonometriki tabli-salardan, ýa-da häzirki zaman hasaplaýyş funksional mikrokalkulýatorlaryndan peýdalanyp tapmak bolar. Şeýle hem ýörite göniburçly koordinatlar artmasynyň bäs, alty ýa-da ýedi belgili tablisalaryndan kesgitlemek bolar.

Çyzyklaryň uzynlygy we direksion burçlary boýunça çyzyklaryň göniburçly koordinatlar artmasyny **MK-51** hasaplaýyş mikrokalkulýatorlaryny ulanyp, şu aşakdaky ýaly hasaplap kesgitlemek bolar:

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

$$\Delta y = \Pi \rightarrow X \sin D$$

6. Koordinatlar artmasyny her bir çyzyk boýunça hasaplandan soňra, ýörelgäni berkitmek işine girişýäris. Berkitmegi geçirmek üçin, ilki bilen çyzyklar boýunça hasaplanan koordinatlar artmasynyň jemini tapýarys. Eger-de ýörelge, poligon (ýapyk döwür çyzyklar) görnüşli bolsa, onda koordinatlar artmasynyň jemi, absissa we ordinata oklarynda nula deň bolmagy bilen tapawutlanýar. Ýagny $\sum \Delta x = 0 \neq f_x$ we $\sum \Delta y = 0 \neq f_y$ bolar.

Poligon boýunça absissa oklary boýunça çyzykly ýalňyşlygyň mukdaryny şu aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar, ýagny $\sum \Delta x = +911,29 \text{ m}$ we $\sum \Delta x = -911,87 \text{ m}$ sanlara deň, onda şu sanlaryň

jemi ýörelgede goýberlen ýalnýslyk bolar, ol şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$f_x = +911,29 + (-911,87) = -0,67 \text{ m};$$

Ordinata oklary boýunça çyzykly ýalňyşlygynyň mukdary, eger-de $\sum \Delta y = +986,45 \text{ m}$ we $\sum \Delta y = -987,00 \text{ m}$ bolsa, şu aşakdakyny alarys:

$$f_y = +986,45 + (-987,00) = -0,55 \text{ m}.$$

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda çyzykly ýalňyşlygy tapmak üçin şu aşak-daky formulalar ulanylýar:

$$f_x = \sum \Delta x_{hasap} - \sum \Delta x_{bolmaly};$$

$$f_y = \sum \Delta y_{hasap} - \sum \Delta y_{bolmaly}.$$

Bu ýerde $\sum \Delta x_{hasap}$ we $\sum \Delta y_{hasap}$ -hasaplanylýan koordinatlar artmasynyň jemi, metrde; $\sum \Delta x_{bolmaly}$ we $\sum \Delta y_{bolmaly}$ -bolmaly koordinatlar artmasynyň jemi, metrde; f_x we f_y -absissa we ordinata oklary boýunça goýberilen ýalňyşlyklar, mertde.

$$\sum \Delta x_{bolmaly} = X_{ahyr} - X_{başl}; \quad \sum \Delta y_{bolmaly} = Y_{ahyr} - Y_{başl}.$$

Bu ýerde X_{ahyr} we $X_{başl}$ -başlangyç we ahyrky nokatlaryň absissa oklary boýunça gönüburçly koordinatlar, metrde; Y_{ahyr} we $Y_{başl}$ -başlangyç we ahyrky nokatlaryň ordinata oklary boýunça gönüburçly koordinatlar, metrde.

Biziň mysalymyzda, absissa we ordinata oklarynda goýberlen çyzykly ýalňyş-lyklaryň mukdary şu aşakdaky ýaly bahany alýar:

$$f_x = -772,42 - (1347,95 - 2120,80) = -772,42 - (-772,85) = +0,43 \text{ m};$$

$$f_y = +413,50 - ((-95,35) - (-509,25)) = +413,50 - 413,90 = -0,40 \text{ m}.$$

7. Ýalňyşlygynyň ululygyny hasaplandan soňra, onuň goýberilýän ýa-da goý-berilmeýänligini barlamak maksadynda absolýut we otnositel ýalňyşlyklary şu aşakdaky formulalaryň esasynda kesgitleýäris:

$$f_{abs} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \quad f_{otn} = \frac{f_{abs}}{P} \leq \frac{1}{2000}.$$

Bu ýerde f_{abs} we f_{otn} - absolýut we otnositel ýalňyşlyklaryň ulylygy, metrde; $1/2000$ -ölçeğiň takyklygyna bagly bolan ulylyk; P -ýörelgäniň uzynlygy, ýa-da perimetri, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça poligon boýunça absolýut we otnositel ýalňyşly-gynyň mukdary şu aşakdaky bahalara deň bolar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,67^2 + 0,55^2} = 0,87 \text{ m}; \quad f_{otn} = \frac{0,87}{2898} = \frac{1}{3300} \leq \frac{1}{2000};$$

Diagonal ýörelge boýunça absolyút we otnositel ýalňyşlygyny mukdary şu aşakdaky bahalara deň bolar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,43^2 + 0,40^2} = 0,59 \text{ m}; \quad f_{otn} = \frac{0,59}{886} = \frac{1}{1500} \leq \frac{1}{1000};$$

8. *Koordinatlar artmasyny berkitmek* üçin, tapylan absissa we ordinata oklary boýunça her bir çyzyga düzedişleri hasaplaýarys. Düzedişleriň bahasyny kesgit-lemek maksadynda şu aşakdaky formulalary ulanýarys:

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

Bu ýerde P we S onluk ýa-da ýüzlük metrde aňladylýar. Ýokardaky formula-dan görnüşi ýaly düzediş bahasy poligondaky çyzyklaryň gorizont kesimleriňiň uzynlygyna proporsionaldyr. Düzedişniň alamaty tapylan çyzykly ýalňyşlyklaryň ters alamaty bilen alynýar.

9. *Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny* hasaplamak. Bu işi geçirmek üçin çyzyklaryň düzedilen koordinatlar artmasyny we başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlaryny peýdalanyň, beýleki nokatlaryň bahalaryny tapýarys, onuň üçin şu aşakdaky formulalary ulanýarys:

$$X_n = X_{n-1} \pm \Delta x_n; \quad Y_n = Y_{n-1} \pm \Delta y_n$$

Bu ýerde X_n we Y_n -başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlary, metrde.

Tutuş wedomosty EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen maksatnamasynyň esasynda hasaplamak hem bolar. Bu ýagdaýda ölçenen gorizont burçlary, başlangyç çyzygyň direksion burçuny(eger-de ýörelge poligon görnüşli bolsa), başlangyç we ahyrky çyzyklaryň direksion burçlaryny(eger-de ýörelge aýyk ýa-da diogonal görnüşli bolsa), çyzyklaryň gorizont kesimleriňiň uzynlyklary, başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlaryny EHM-leriň huşuna girizmek bilen ähli nokatlaryň hasaplanan gönüburçly koordinatlaryny, tablisa görnüşinde, *neşir ediji serişdede*(printerde) almak bolar.

“Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak” tablisasy EHM-leriň BASIC dilinde, maksatnamanyň esasynda işlenilmegi gysgaldylan görnüşinde 6 sany sütünleri özünde jemleýär.(7.8-nji tablisa).

7.8-nji tablisa

Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary hasaplamagyň tablisasy

Nokatlaryň tertibi, № / №	Ölçenen gorizonta burçlar, gradusda	Direksion burçlar, gradusda	Gorizonta kesimleriň uyznlygy, metrde	Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde	
				X	Y
1	2	3	4	5	6
PP48	0.00	44.550			
PP49	16817.0			1000.000	1000.000
		56.275	201.700		
I	23524.0	0.883	151.800	1112.048	1167.702
II	9515.0			1263.877	1170.002
PP51	25442.5	85.642	200.150	1279.150	1369.520
PP50		21.275			
	74335.0		P=553.650		
Burç ýalňyşlygy $f_{\beta}=0.033$			$f_x=0.172 \text{ m}$		
Goyberilyän burç ýalňyşlygy $f_g=0.050$			$f_y=0.148 \text{ m}$		

Sütünler aşakdaky görnüşlerinde:

1-nji sütünde “Nokatlaryň tertibi”;

2-nji sütünde “Düzedilen gorizonta burçlar”;

3-nji sütünde “Direksion burçlar”;

4-nji sütünde “Çyzyklaryň gorizonta kesimleriniň uyznlygy”;

5-nji sütünde “Nokatlary X absissa bahalary”;

6-njy sütünde “Nokatlary Y ordinata bahalary” alynýar.

7.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak

Plany gurmaýy standart kagyza, koor-dinatlar toruny gurmakdan başlaýarys. Koordinata torý kwadrat görnüşinde gurýarlar. Olaryň taraplarynyň uzynlyk-lary dürli aralyklardan alynmak bilen, köplenç gurulýan planlaryň we kartalaryň masştablaryna baglylykda alynýar. Meselem, $1:10000$ masştably kartalaryň kwadratlarynyň taraplarynyň uzynlygy 10 sm , $1:25000-4\text{ sm}$, $1:50000-2\text{ sm}$, $1:100000$ we $1:200000$ masştably kartalary üçin alynýar. $1:1000$, $1:2000$, $1:2500$ we $1:5000$ masştably planlary üçin köplenç ýagdaýda 10 sm aralyk-lardan alynýar. Eger-de kwadratlaryň tarapynyň uzynlygy 10 sm aralyklardan alynýsa, onda torý gurmaýda *F. B. Drobyşýewiň* çyzygyýy ulanylýar (6.2.24-nji surat). Bu çyzygyýyň kömegi bilen gurulan torý *Pifagoryň* teoremasynyň formulasynyň üsti bilen barlamak hem bolar.

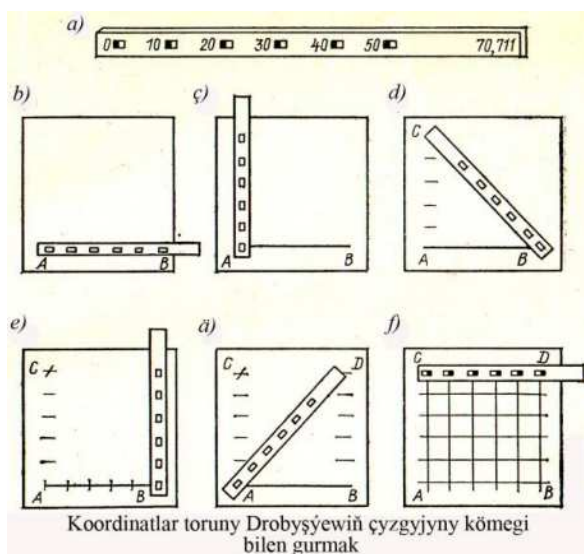
Gerek bolan kwadratlaryň sanyny guruljak planyň gönüburçly koordinatlarynyň bahalary boýunça kesgitlemek bolar. Biziň hasaplan wedomostlarymy-zyň esasynda gurýan kartamyzyň masştaby $1:5000$ bolsa, onda onuň $1\text{ sm-e } 100\text{ m}$ uzynlyk birliginiň düşýänligini hasaba almak zerurdyr. Kwadratlaryň sanyny şu aşkadaky formulalary ulanmak bilen kesgitlemek bolar (7.19-njy surat):

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

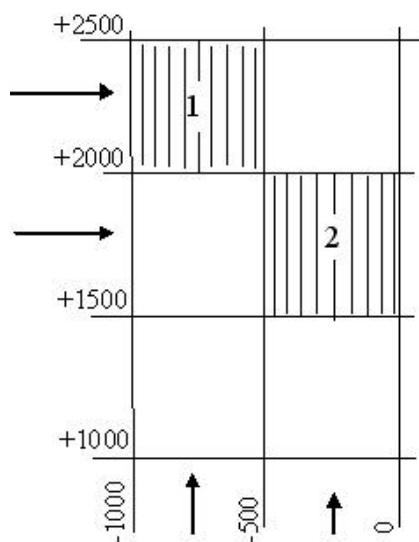
Bu ýerde d -kartanyň ýa-da planyň masştabynda $4, 5, 10\text{ sm-e}$ (kwadratnyň tarapyna) düşýän aralyk; x_{\max} we x_{\min} -absissalar oky boýunça iň uly we kiçi bahalary, metrde; y_{\max} we y_{\min} -ordinata oklary boýunça iň uly we kiçi sanlarynyň bahalary, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça kwadratlaryň sanyny, eger-de kartanyň masştaby $1:10000$ bolsa, onda X we Y oklar boýunça aralyklary şu aşkadaky ýaly bolar:

$$L_x = \frac{2120,80 - 1209,33}{50} = \frac{911,47}{50} = 18,2\text{ sm};$$
$$L_y = \frac{92,54 - (-891,55)}{50} = \frac{984,09}{50} = 19,7\text{ sm}.$$

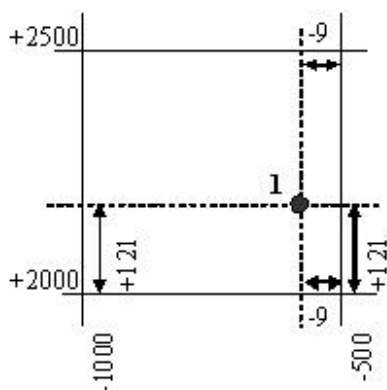


7.18-nji surat.



7.19-njy surat.

Planyň ýa-da kartanyň toruny oňat ýiteldilen T , $T1$, $T2$ ýaly gaty galamlar bi-len çyzýarys. Tory gurandan soňra, onuň F . B . *Drobyşyewiň* çyzgyjynyň kömegi bilen dogry gurulanlygyny barlamaly. Toruň her bir kwadratynyň dogry gurulanlygyny hem barlamak bolar, onuň üçin bir kwadratynyň diagonalyny sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen ölçäp alyp, sirkulyň aýajyklarynyň kömegi bilen alnan ädimini, tordaky beýleki kwadratlaryň diagonallary bilen de-ňeşdirýäris, eger-de olaryň arasyndaky *tapawut bolmasa* ýa-da $0,2\text{ mm}$ aralykdan köp bolmasa koordinata torla-rynyň dogry gurulanlygyny görkezýär.



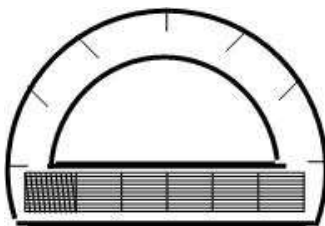
7.20-nji surat.

Tory guranymyzdan soňra, onuň her bir okuna san bahalaryny ýazmak bilen belgileýäris. Koordinata oklarynyň ba-halaryny ýazmakda, gurulýan planyň ýa-da kartanyň sahypasynyň takmynan orta düşmegini gazanmalydyr.

Biziň mysalymyzda 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-nji nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça koordinata toruň absissa we ordinata oklary boýunça belgileniniň bölegini 7.19-njy suratdan görýärsiňiz. Şu tor boýunça 7 we 8-nji nokatlary olaryň gönüburçly koordinat-lary boýunça “*Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamagyň tablisasyndan*” alyp guralyň. Bu nokatlaryň koordinatlary şu aşakdaky bahalara deňdir: $X_1=2120,80\text{ m}$; $Y_7=-$

509,25 m we $X_2=1919,39$ m; $Y_8=-92,54$ m. Nokatlaryň düşýän ýerlerini suratdan görýärsiňiz.

Nokatlary gurmak üçin kese masştab çyzgyjy, sirkul-ölçeýji ş.m. ulanylýar.



7.21-nji surat.

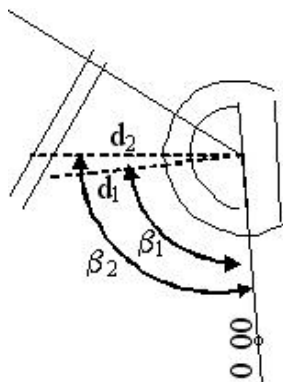
Nokady gurmazdan önürti ilki bilen biziň noka-dymyzyň haýsy absissa oklarynyň arasynda ýerleşýändigini kesgitlemek gerekdir. 1-nji nokadyň koor-dinatlaryna esaslansak, onda ol günortada 2000 m we demirgazykda bolsa 2500 m bahasy bolan absissa oklarynyň aralygynda, ordinata oklary boýunça bolsa -1000 m günbatarda we -500 m gündogarda çäklenýär. Nokadyň düşýän kwadratyny, galam bilen basman, şu kwadraty tapar ýaly derejede ştrihleýäris we onuň günorta absissa okundan demirgazyk ugra nokadyň koordinatlar oky boýunça artmasyny, Δx -kwadratyny günbatar we gündogar taraplarynda, sirkul-ölçeýjiniň we masştab çyzgyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys. Bu art-ma şu aşakdaky baha deňdir:

$$\Delta x = 2120,80 - 2000,00 = 120,80 \approx 121 \text{ m}$$

Bu aralygy kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen 2000 metrlik absissa okundan demirgazyk ugurda, kwadratyny günbatar we gündogar taraplary boýunça alyp goýmak bilen, alnan iki nokady gorizont al ugurda birleşdirýäris. Netijede nokadyň absissa oky boýunça ýerleşmegini alarys (7.20-nji surat).

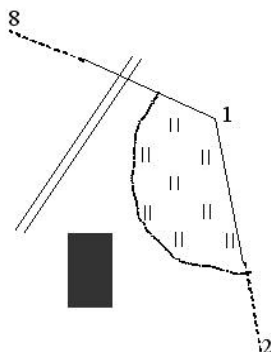
Edil şular ýaly 1-nji nokadyň düşýän kwadratynyň demirgazyk we günorta taraplarynda alyp goýmaly koordinatlar artmasyny tapalyň, ony şu aşakdaky ýaly taparys:

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



7.22-nji surat.

Tapylan aralygy kese masştab çyzgy-jynyň kömegi bilen degişli taraplarda alyp goýup we wertikal ugurda olary birleşdireliň, netijede gorizental we wertikal çyzyklar bir nokatda kesişer, olaryň kesişme nokady bolsa biziň agtarýan nokadymyzyň ýeri bolar. Tapan nokadymyzy diametri 1-1,5 mm bolan tegelegi çyzmaklyk bilen belgileýäris.

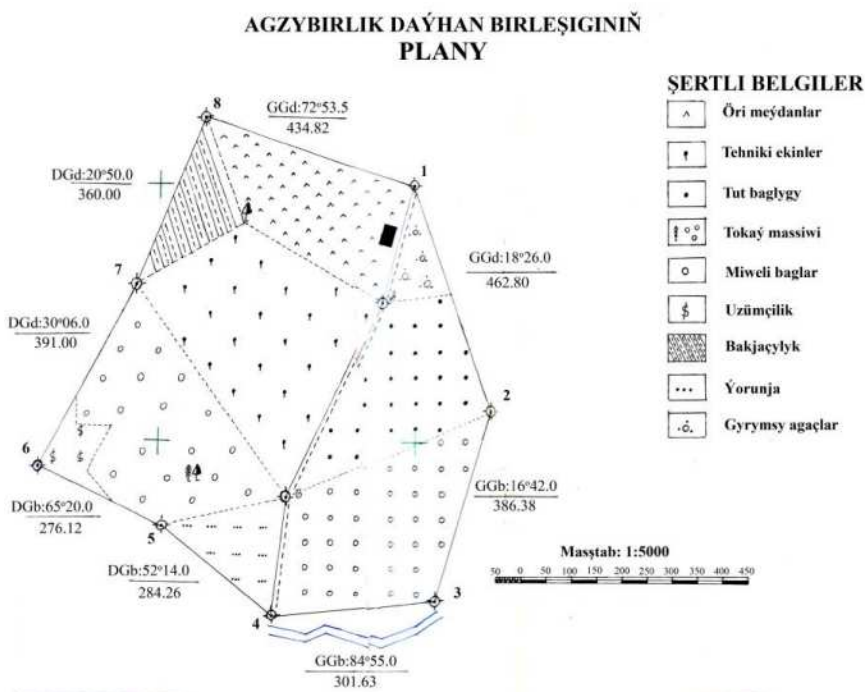


7.23-nji surat.

Edil şular ýaly tertipde poligon we dia-gonal ýörel-gedäki nokatlary plana geçirýäris. Gurulan nokatlaryň dogrylygyny barlamak maksadynda goňşy iki sany nokatlaryň, plandaky aralygyny

sirkul-ölçeyji we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen ölçeýäris. Alnan netijäni, çyzgyň gorizont al kesimeiniň uzynlyklary bilen deňeşdirýäris. Olaryň arasyndaky tapawut, planda 0,2 mm-den geçmeli dälär.

Ýer üstüniň planyna reýkaly nokatlary geçirmekde geodeziki transportiri, masştab çyzgyjyny we sirkul-ölçeyjisi gerekdir. Geodeziki transportiriň ýerine ýönekeý mekdep transportirini ulanmak bolar (7.21-nji surat).



7.24-nji surat.

Gurmak üçin maglumatlary teodolitli su-rata almagynyň žurnalyndan we abrisinden (7.22-nji surat) alýarys. Reýkaly nokatlary alyp goýanda sagat diliniň ug-runy 0°-dan başlap, ýer üstüni 1-nji nokatdan surata almakda, başlangyç ugry bolup 1-2 tarap alynýar. Bu nokada transportiriň 0-180° diametrini şu çyzgyga görä

goýýarys we ilki bilen başlangyç ugur boýunça gorizonta burçy alýarys hem-de şu ugurda 1-nji nokat-dan surata alynýan nokada çenli aralygy sirkul-ölçeýjiniň we kese masştab çyzgyjy-nyň kömegi bilen alyp goýmak bilen berlen nokadyň plandaky ýagdaýyny taparys.

Nokatlary plana polýar usuly bilen geçir-mekde ilki bilen başlangyç ugurdan berlen ugra çenli gorizonta burçy(β_1 we β_2) transportiriň kömegi bilen alyp goýýarys, soňra 1-nji nokatdan reýkaly nokatlara çenli aralyklary(d_1 we d_2) sirkul-ölçeýji we kese masştab çyzgyjy-nyň kömegi bilen alyp goýýarys (7.23-nji surat).

Nokadyň daşynda diametri *1,0-1,5 mm* bolan tegelekleri çyzýarys we onuň köplenç sag tarapynda tertibini ýazýarys. Geçirmeli ähli nokatlar surata alynma-gyň usullary boýunça plana geçirilýär.

Gurlan plany degişli şertli belgilere laýyklykda tuşda bezeýäris. Ýaşyl tuş bilen koordinat torlary, ösümlükler; gök tuşda ýer üstüniň gidrografiýa torlary, ýer üsüniň galan elementleri gara tuşly çyzmak bilen bezelýär (7.24-nji surat).

VIII. NIWELIRLEMEK

8.1. Umumy düşünje

Ýerde beýikligi kesgitlemäge ýa-da niwelirlemäge-ýeriň üstündäki nokatlaryň bir-birine baglylykda ýagdaýynyň, şeýle hem berlen ýeriň çägi üçin başlangyç diýip kabul edilen şertli üste baglylykda beýikliginiň ýa-da beýgelmäniň kesgit-lemegine düşünilýär.

GDA-nyň ýeriniň çägendäki nokatlaryň beýikligini Baltika deňziniň suwunyň üstüniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky ýagdaýyndan (Kronştadt futştoýy-nyň nulyndan) hasaplanylýar. Şular ýaly beýiklige absolýut beýiklik diýilýär. Bu barada biz “*Geodeziýada ulanylýan koordinatlar ulgamlary*” diýen temada sere-dip geçipdik.

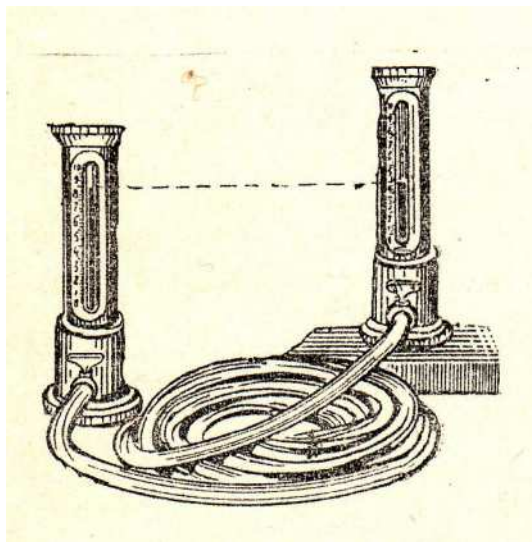
Eger-de beýiklik haýsy hem bolsa şertli alnan üst derejesinden hasaplanylssa, onda oňa “*Otnositel beýiklik*” diýilýär. Nokatlaryň absolýut ýa-da otnositel be-ýiklikleriniň tapawudyna nokatlaryň arasyndaky *beýgelme* aýdylýar. Beýikligi H bilen, emma beýgelmäni h -harplary bilen belgilemek geodeziýada kabul edilendir.

8.2. Niwelirlemegiň görnüşleri

Niwelirlemek ölçenilip alnyş usullaryna, ulanylýan gurallara baglylykda şu aşakdaky görnüşlere: *gidrostatiki, geometriki, trigonometriki, barometriki, radiogeodeziki, stereofotogrammetriki* we *mehniki* ýaly toparlara bölünýär

Gidrostatiki niwelirlemegi. Gidrostatiki niwelirlemegi bir-birine birleşdirilen iki sany gatnaşykly gapdaky suwuklygyň derejesiniň bir ýagdaýda bolmagy-nyň kanunyna esaslanýar. Bu ýagdaýdaky niwelirlemede **gidrostatiki** niwelir diýip atlandyrylýan gural işledilýär (8.1-nji a surat). Bu niwelir iki sany çüýşe naçasyndan ybarat bolup, metal ýa-da plastmassadan ýasalýan galypyň içine ýerleşdirilendir. Naýçalaryň uzynlygy *40 santimetrden 4 metre* çenli bolmagy mümkindir. Naýçalara uzynlygy **20-40 metr** gelyän rezin şlangasy bilen bir-birine birleşdirilendir. Şlanganyň we

naýçanyň içine gaýnan sowuk suw guýul-ýar, suwuň derejesi şu naýçalaryň ýarysyna ýetip durýar, suwa reňk beril-ýär. Naýçalaryň gapdalyna millimetrlere ýa-da santimetrlere bölünen hasaply bölekler geçirilendir. Hasaply böleklerdäki sanlar **0-dan** başlap, naýçanyň düýbünden ýokary seredilip ýazylandyr.



8.1-nji surat.

Bir nokadyň ikinji nokada görä beýgelmelerini kesgitlemek maksadynda gidrostatiki niwelirleriň naýçalaryny, şu nokatlara ornaşdyrallyň we olardaky suwuklaryň naýçadaky ýagdaýyna baglylykda hasaplanylýar. Meselem, O we A nokatlara ornaşdyrylan niweliriň naýçalaryndaky hasaply bölekden sanlar aşakdaka deň diýeliň.

$$a = l_1 - c_1; \quad b = l_2 - c_2.$$

Şu ýagdaýda A nokadyň O nokada görä beýikligini 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 -niweliriniň naýçalaryndaky suwuklygyň üstüniň tapawudy; c_2 - c_1 -naýçalardaky suwuklygyň üstünden naýçalaryň ýokary ujyna çenli bolan aralygyň tapawudy.

Eger-de nokatlardaky naýçalaryň orunlary çalşylsa, ýagny birinji naýça A nokatda we ikinjisi bolsa O nokatda goýulsa, onda formula şu aşakdaky görnüşini alýar:

$$2h = (c_2' - c_1') - (l_2 - l_1);$$

Deňlemäni çözüp, şu aşakdakyny alarys:

$$h = \frac{((c_2' - c_1') - (l_2 - l_1))}{2}.$$

Formuladan naýçalardaky suwuklugyň üstüniň tapawudyny (k) kesgitlemek gerek bolýar, ony şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$k = \frac{(c_2' - c_1') + (c_2 - c_1)}{2}.$$

Içine suw guýulan niwelirler bilen nokatlaryň beýgelmesini 1 km aralykda $1\text{--}2\text{ mm}$ taklykda kesgitlemek bolar. Gidrostatiki niwelirleriň takyklygyny artdyrmak maksadynda, naýçalardan suwuklugyň üstünden hasaplary almak üçin, mahsus mikrometriki nurbatlary işledilýär.

Uly takyklyk talap edilmeyän, montaj işlerinde gidrostatiki niwelirleriň naýçalaryna suwuň ornuna simap guýulýar. Şular ýaly niwelirlemekde hasaplary almak üçin, mahsus konstruksiýaly mikromertiki nurbatlary işledilýär.

Mikrometr nurbatlary bolan we içine simap guýulyp doldurylan naýçaly gidrostatiki niwelirleriň beýgelemelerini $5\text{--}10\text{ mkm}$ ortaça kwadratiki ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Bu bolsa niwelirlemegiň görnüşleriniň içinde iň ýokary takyklyklydygyny görkezýär.

Geometriki niwelirlemekde bir nokadyň beýikligi, beýleki nokada bagly-lykda gorizonta niwelirlemek, ýagny gorizonta şöhle bilen reýkanyň kesişme ýerinden hasaplary almak ýoly bilen kesgitlenilýär. Bu usulda niwelirlerden peýdalanylýar. Geometriki

niwelirmekde, nokatlaryň beýikligi niwelirmegiň başga görnüşlerine garanda takykrak tapylýar. Bu usul geodeziki daýanç punkt-laryny we plan almakdaky nokatlaryň arasyndaky beýgelmelerini kesgitlemek-de, dürli masştabdaky planlary düzmekde, inženerli gurluşlary(ýollary, gidro-elektrik satansiýalary, ýaplary, ýaşaýyş jaýlary, aerodromlary we başgalary) teswirlemekde, käbir geoleogiki işlerde, binalaryň deformesiýalaryny anyklamakda we ş.m. işlerde niwelirmek gerek bolýar.

Geometriki niwelirmegiň nerijesinde ýer gabygynyň dikligine (wertikal) ösüşini, umman we deňiz derejesiniň tapawudyny anyklamak bolýar. Niwelirmegiň usullary we gurallar nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň takyk kesgitleniş zerurlygyna seredilip alýnýar.

Triganometriki niwelirmeginde iki nikadyň arasyndaky ýapgytlyk burçy we olaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygy ölçenilýär hem-de ölçegiň netije-lerinden peýdalanyň nokatlaryň bir-birine baglylykda beýgelmeleri triganometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýp çykarylýar. Niwelirmegiň bu görnüşinde ýapgytlyk burçuny ölçeyän gurallar, **teodolit-taheometr, menzula toplu-mynda kipregel** we beýleki gurallar işledilýär. Triganometriki niwelirmegi topografiki plany almakda, beýgelmeleriň uly bolan nokatlarynda, meselem, dagda, dereli ýerlerde we relýefiň görnüşlerini şekillen-dirmekde, şeýle hem binalaryň beýikliklerini kesgitlemekde ulanylýar.

Radioelektronikanyň ösmegi netijesinde niwelirmegiň *täze görnüş-i-radio-niwelirmegi* giňden ulanylýar. Bu niwelirmek radio tolkunlarynyň uçardan ýere we ýerden yzyna(uçara) gaýdyp geliş wagtyna seredilip, uçaryň nähili beýiklikden uçýandygyny bilmäge mümkinçilik berýär. Uçaryň uçýan beýikligi radiobeýik-ligi ölçeyji (radiowysotomer) diýip atlandyrylýan guralyň kömegi bilen 5 metre çenli takyklykda kesgitlenilýär. Soňky ýyllarda radioniwelirmek dürli görnüşli işlerde hem-de dürli masştabdaky topografiki kartalary düzmekde ulanylýar.

Niwelirmegiň mehaniki usulynda awtomatiki niwelirler işledilýär. Tigre (welosepede) ýa-da awtomaşyna ornaşdyrylan awtomatiki niwelirleriň kömegi bilen ýeriň üstündäki çyzygyň

profili, kagyza awtomatiki ýagdaýda çyzylýar. Bu usulda ýeriň üstündäki çyzygyň profili, niwelirlemegiň beýleki görnüşlerine seredeniňde has çalt we aňsat düzülýär. Şonuň üçin, mehaniki niwelirlemegi ýokary takyklyk talap edilmeýän işlerde, meselem, ýol gurluşygynda we ýeriň profilini ýönekeý usul bilen öwrenmekde giňden ulanylýar.

Sterofotogrammetriki niweliremegi. Ýeriň üstüni uçardan durup alnan surat-lara (aerofotosuratlara) seredip, mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi neti-jesinde nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilýär we ýer üstüniň relýefi gori-zontallar bilen çyzylýar. Niwelirlemegiň bu görnüşinde esasy işler otag şertlerin-de ýerine ýetirilýär. Sterofotogrammetriki niwelirlemegi dürli masştabdaky to-pografiki planlary düzmekde ulanylýar.

Barometriki niwelirlemegi. Barometriki niwelirmekde ýeriň üstündäki no-katlaryň beýikligi we beýgelmesi, olardaky atmosfera basyşyny ölçemek ýoly bilen kesgitlenilýär. Barometiriki niwelirmek beýik görterilen depäniň atmos-fera basyşynyň kemelmeginiň kanunalaýygyna esaslanandyr. Meselem, dag eteginde *11 metr* beýiklikde simaply barometriň görkeziş takyklygy *1 mm* kemelýär. Atmosfera basyşy dürli şertleriň we hadysalaryň täsirinde özgerip durýar. Basyşyň özgerişine howanyň (ýelleriň) hereketi we temperaturasy täsir edýär. Şonuň üçin barometriki niwelirmek wagtynda temperatura we basyşyň özgerişi göz önünde tutulýar. Her bir nokatda atmosfera basyşyny ölçemek bilen bir wagtda howanyň temperaturasy we atmosfera basyşynyň özgerişi hem ölçenilýär. Nokatlaryň beýiklikleriniň tapawudyny hasaplap çykarmakda basyş we temperaturanyň özgerişine seredilip düzedişler girizilýär.

Ýeriň çäginin marşrut boýunça gözçeni bilen çemeläp planyny almakda geologiki, geofiziki, geografiki we başga ekspedisiýalarda, dagly sebitlerde be-ýikligini kesgitlemekde we niwelirlemegiň beýleki usullaryny işletmek mümkin bolmadyk ýagdaýlarynda, barometriki niwelirmekden peýdalanylýar. Barometriki niwelirlemegiň beýleki niwelirmekden tapawudy bolup, munda beýiklikleriň tapawutlaryny kesgitlemekde, nokatlaryň bir-birinden görünmegi talap edilmeýär.

Ýerlerdäki nokatlaryň basyşy(atmosfera) deňiz derejesinden beýikligi ölçenýän wagtdaky meteorologiki ýagdaýa baglydyr. Bu baglanyşyk doly barometriki formula arkaly aňladylýar. Bu formula seredilýän ýeriň giňligine baglylykda temperaturanyň we howanyň çyglylygyny hem-de ýokardan erkin gaçmagyň tiz-lenmesini, atmosfera basyşyny kesgitlemekde göz önünde tutulmagy zerurdyr. Barometrik doly formulasy görnüşinde barometriki niwelirmekde gysgaldylan formuladan peýdalanylýar.

Olardan has giňden peýdalanylýany **Babiniň formulasydyr**. Ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$h = 16000 \cdot (1 + 0,004 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2}) \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}.$$

Bu ýerde B_1 we B_2 -1 we 2-nji nokatlardaky atmosfera basyşy; t_1 we t_2 -degişli nokatlardaky howanyň temperaturasy; h -hokatlaryň arasyndaky beýgelme, m.

Barometriki niwelirmekde atmosfera basyşyny ölçemek üçin *barometr*, temperaturany ölçemek üçin *termometr-praş*, howanyň çyglylygyny ölçemek üçin *psihrometr*, wagty ölçemek üçin bolsa *goşar sagadyny* ulanmak bolar.

Barometrler işleýiş prinsipi we gurluşy jehtden simaply we metal barometrlere bölünýärler.

Simaply barometri atmosfera basyşyny örän takyk ölçeyän gural bolup içine simap guýlan, uzynlygy 80 sm çenli bolan çüýşe naýçasyndan ybaratdyr. Naýçanyň ýokary uýy oňat ýapylan, aşaky uýy bolsa simply çüýşe gaba batyrylandyr, şonuň üçin ol gaply barometri diýip atlandyrylýar. Eger-de çüýşe naýçanyň aşaky uýy duga şekilli aýlanan bolsa, oňa dugaly barometri diýilýär. Bu barometrleriň gapdalyndaky hasaply bölegiň (şkalanyň) kömegi bilen simabyň üstüniň beýikligi we atmosfera basyşy kesgitlenilýär. Simaply barometrler çalt döwürliýänligi sebäpli, olar meýdan ýagdaýynda köp ulanylmaýar. Olar meteorologiki stansiýalarda, stosionar ýagdaýynda atmosfera basyşyny ölçemek we barometr-aneroidleri barlamak maksadynda ulanylýar.

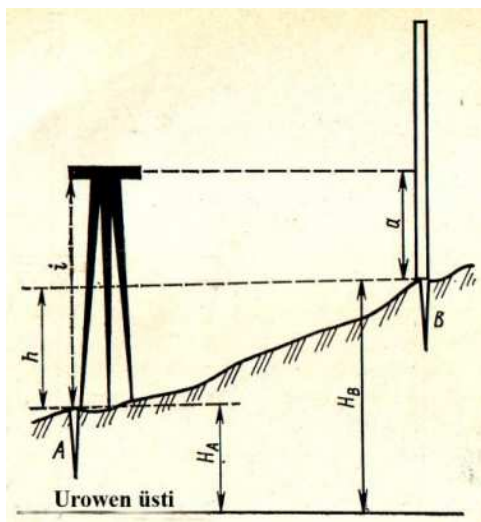
Barometriki niwlirmekde köpräk barometr-aneroidden meýdan ýagdaýynda peýdalanylýar. Aneroidiň esasy bölegi, içinden

howasy sorulyp alnan metal gapdan (gutydan) ybaratdyr; gutynyň gapdaly basyşyň üýtgeýşine baglylykda aşaklanýar ýa-da göterilýär. Bu özgerişleriň täsirende tutgyçlar (ryçaglar) herekete gelip, gutynyň tegelegindäki dilli hasaply bölegi (şkalany) boýlap süýşýäp, şol wagt diliň ujy atmosfera basyşynyň näçe bolýandygyny görkezýär.

8.3. Geometriki niwleirlemegiñ usullary

Geometriki niwelirlemekde işledilýän niwelirleriň teodolitlerden tapawudy şu aşakdakylardan yabaratdyr: niweliriň görüş turbasy eňňit boýunça aýlanmaýar, çünki ol gorizental nyşanalamaga (wizirlemäge) esaslanandyr. Görüş turbanyň nyşanalaýjy okunyň ýanyndaky silindrik uroweni göteriji nurbatlaryň kömegi bilen gorizental ýagdaýa getrilýär.

Geometriki niwelirmekde bir nokadyň beýikligi beýleki nokada baglylykda beýgelmesini tapmagyň iki hili ýoly bar. Olardan “*Oňe*” we “*Ortadan*” niwelirmek ýaly gör-nüşleri tapawutlanýar. Şu usullara seredip geçeliň:



8.2-nji surat.

“Öňe” niwelirmekde ýerdäki iki nokadyň(8.4-nji surat) bir-birine baglylykda beýgelmelerini kesgitlemek gerek diýeliň. Onuň üçin A nokatda niwelir, B nokatda bolsa niwelir reýkasyny ornaşdyrylýar. Niwelir işledilýän ýagdaýyna getirilip, görüş turba reýka nyşanalanýar we b hasaby reýkadan alýarys. Guralyň beýikligini reýka ýa-da ruletk bilen ölçemek bolar. Niwelir reýkasy bilen guralyň beýikligini ölçemek üçin, reýkany guralyň ýakynynda, nokadyň beýikligi bilen bir derejede goýýarys we görüş turbanyň okulyaryndan reýka seredip, reýkadan hasaby alýarys, alan hasabymyz guralyň beýikligi bolar. Guralyň beýikligi nokatdan, niweliriň görüş turbasynyň nyşanalaýjy okuna çenli aralygy hasaplanylýar we ol i harpy bilen belgileýäris. Alnan hasap we guralyň beýikligi boýunça nokatlaryň arasyndaky beýgelme(h) şu aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h = i - b.$$

Diýmek, öňe tarap niwelirlemede bir nokadyň ikinji nokada baglylykdaky beýgelmesi, guralyň beýikliginden(i) reýkadan alnan hasabyň(b) aýrylan tapa-wudyna deň.

Eger-de reýkadan alnan hasap guralyň beýikliginden uly, ýagny $i < b$, bolsa, onda beýgelmäniň bahasy *aýyrmak*, “-” (otrisatel), reýkadan alnan hasap guralyň beýikliginden kiçi, ýagny $i > b$ bolsa naha *goşmak*, “+” (položitel) 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) şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$H_B = H_A \pm h_{AB}.$$

Bir nokadyň absolýut beýikligi, beýleki nokadyň absolýut beýikliginiň hasap-lanylyp çykarylmagyna *beýikligiň hakyky beýgelmeleriniň kesgitlenişi* diýilýär.

Ikinji nokadyň absolýut beýikligini guralyň gorizontynyň kömegi bilen tapmak mümkindir. Guralyň gorizonty diýende, islendik ýeriň çägi üçin alnan urowen (dereje) ýa-da şertli üstden niweliriň nyşanalaýjy okyna çenli aralygyna düşünilýär we ol şu aşakdaky ýaly 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 beýgelmelerini we beýikligini kesgitlemeli.

Mysaly çözmek üçin ilki bilen nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplalyň, ony şu aşakdaky ýaly geçirmek bolar:

$$h_{AB} = 1638 - 0815 = +0823\text{ mm}; h_{AB} = 0823\text{ mm}.$$

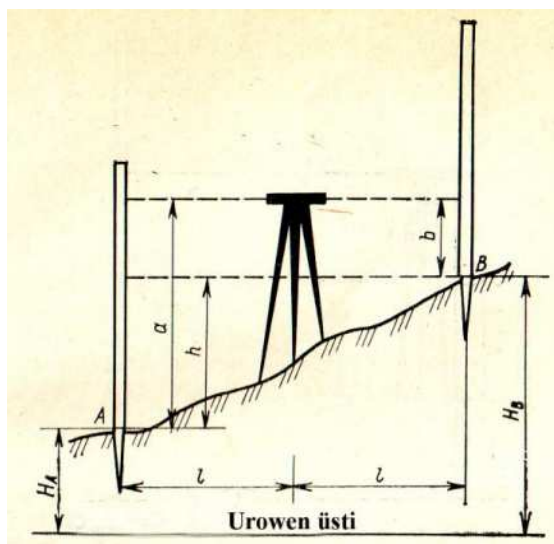
Hakyky beýgelmäniň üsti bilen B nokadyň hakyky beýikligini şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$H_B = 255,357 + 0,823 = 256,170\text{ m}. H_B = 256,170\text{ m}.$$

B nokadyň beýikligini guralyň gorizontynyň üsti bilen hasaplap çykaralyň, onuň üçin GG şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:
 $GG = 255.347 + 1,638 = 256,985\text{ m}; GG = 256,985\text{ m}.$

Nokadyň beýikligi şu aşakdaky baha deň bolar:

$$H_B = GG - b = 256.985 - 0,815 = 256,170\text{ m}; H_B = 256,170\text{ m}.$$



8.3-nji surat.

“**Ortadan**” niwelirlemek usulynda(8.5-nji surat) niwelirlenýän nokatlara dik ýagdaýda niwelir reýkalary, no-katlaryň takmynan ortasyna bolsa niwelir ornaşdyrylýar. Niwelir iş-çi ýagdaýa

getirilýär we görüş turbasyny yzdaky A nokatda go-ýulan reýka nyşanalanylýar hem-de raýkadan a hasap alynýar, soňra öňdäki B nokatda ornaşdy-rylan reý-ka nyşanalanylýar we b hasap alynýar. Nokatlaryň haýsy-nyň yzdaky ýa-da öňdäki bolýan-dygyny, ýörelgäniň ugry boýunça anyklamak bolar. Suratda biz A nokatdan B nokada tarap here-ketiň ugruny alan bolsak, onda ni-weliriň duran nokadyna bagly-lykda A nokat **yzky**, B nokat bolsa **öňdäki** bolýar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelme şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$h = a - b.$$

Diýmek “*ortadan*” niwelirmek usulynda beýgelme, yzdaky A nokatdan alnan a hasapdan, öňdäki B nokatdan alnan b hasaby aýyrmak gerekdir. Eger-de $a > b$ bolsa, onda beýgelme položitel(+), $a < b$ bolsa, onda beýgelme otrisatel(-) bahany alýar.

“*Oratadan*” niwelirmek usulynda ikinji nikadyň absolýut beýikligini hakyky beýgelme arkaly hasaplananda ýokardaky formuladan, ýa-da guralyň gorizon-tynyň formulasy arkaly hasaplamak bolar. Şu ýagdaýda guralyň gorizonty aşak-daky formula boýunça hasaplanylýar:

$$GG = H_A + a.$$

Bu ýerde a GG-nyň hasaplanylýan nokadynda, reýkadan alnan hasap.

2-nji mysal. Eger-de $a=1243\text{ mm}$, $b=0753\text{ mm}$, $H_A=256.385\text{ m}$ diýeliň, onda ilki bilen mysaly çözmek üçin B nokadyň A nokada baglylykda beýgelmesini şu aşakdaky ýaly 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 şu aşakdaka deň bolar:

$$H_B = 256,385 + 0,492 = 256,877\text{ m}; H_B = 256,877\text{ m}.$$

B nokadyň beýikligini GG-nyň üsti bilen kesgitlese, onda şu aşakdakyny alarys:

$$GG = 255,385 + 1,245 = 256,630\text{ m}; GG = 256,630\text{ m}.$$

B nokadyň beýikligi şu aşakdaky baha deň bolar:

$$H_B = 256,630 - 0,753 = 256,877\text{ m}; H_B = 256,877\text{ m}.$$

Geometriki niwelirmekde aýratyn hem ortadan niwelirmek usuly köpräk ulanylýar. Ortadan niwelirmek usulyny ulanmak mümkinçiliginiň bolmadyk ýerlerinde, öňe niwelirmek

usuly ulanylýar. Niwelirlemegiň öňe usulynyň kemçilikleri, ýeriň üstündäki çyzyklaryň beýgelmese, guralyň beýikligi bilen raýkadan alnan hasabyň aýyrylmagyna deň bolanlygyndan, onda guralyň beýikligine deň bolan beýgelmäni ölçemek mümkindir. Mundan daşary, öňe niwelirlemekde, her bir stansiýada guralyň beýikligini takyk ölçemek zerur bolanlygyndan, işler bir azrak kynlaşýar we wagt köp sarp edilýär. Niwelir bilen işlemek üçin duran nokadyňa **stansiýa** diýilýär.

Ortadan niwelirlemek usulynyň *artykmaçlyklary* şu aşakdakylardan ybarat:

1. Her bir stansiýada, reýkanyň beýgelmesine deň bolan hakyky beýgelmäni, öňe tarap niwelirlemege seredende ulyrak ölçemek mümkinçiligini berýär;

2. Niweliriň görüş rurbasy, gural bilen reýkanyň arasyndaky aralygy ulaldyp görkezmegi, öňe tarap niwelirlemege seredende iki esse uzynrak aralygy niwelirlemäge mümkinçilik berýär;

3. Her bir stansiýada, niweliriň beýikligini ölçemegiň geregi ýokdyr;

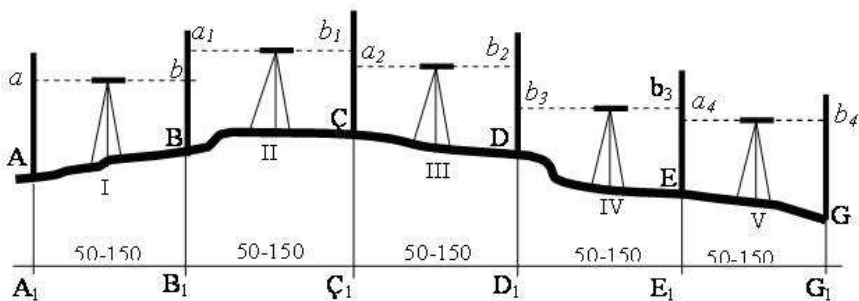
4. Guralyň iki nokadyň takmynan ortasynda ornaşdyrylmagy, ýeriň egriliginiň we atmosferanyň refraksiýasynyň täsirini örän azaldýar;

5. Guralyň niwelirlenýän iki nokadyň takmynan ortasynda ornaşdyrylmagy, guralyň nyşanalaýjy okunyň gorizontal dälligi netijesinde emele gelýän ýal-ňşlygyň täsirini aýyrýar.

8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirlemek

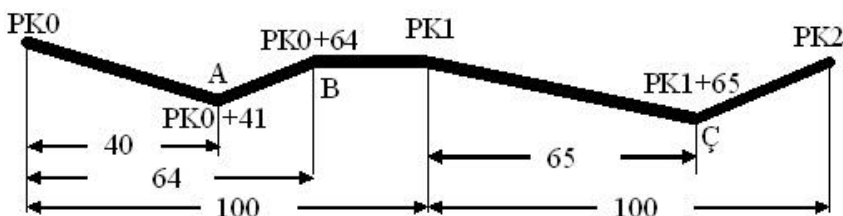
Iki sany nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmesini, şu nokatlaryň ortasyna niwelir bir gezek goýulyp tapylsa, bu ýönekeý(sada) niwelirlemegi bolýar.

Iki nokadyň aeasyndaky aralygyň uly bolan ýagdaýynda(8.5-njy surat) ýa-da bir-birinden uzak ýerleşen iki sany nokadyň hakyky beýgelmesini kes-gitlemekde, şu iki nokadyň ortasyny birnäçe böleklere, stansiýalara bölüp, her bir duralga boýunça aýratynlykda niwelirlenilýär. Niwelirlemegiň şu görnüşi *çylşyrymly niwelirlemek* diýilip atlandyrylýar.



8.4-nji surat.

Ýeriň üstüniň güberçekligi we refraksiýasy çylşyrymly niwelirlemegiň netijesine azrak täsir edýär we raýkanyň hasaply bölekleriniň oňat görünmegi üçin niwelirden raýka çenli aralygynyň 70-75 metre çenli alynýar. Bu aralyklar niwelirlemegiň geçirilýän ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna bagly bolýar.

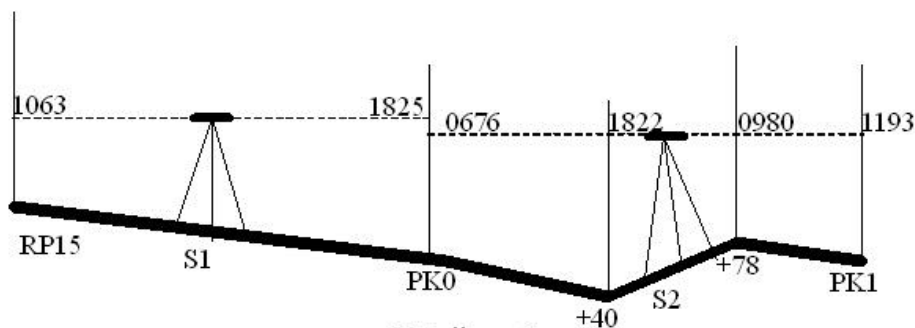


8.5-nji surat.

A we G nokatlaryň arasyndaky aralyk birnäçe bölekler bölünip niwelirlenen diýeliň. Reýka ornaşdyrylan nokatlar (piketler) A we G hem-de B, Ç, D, E harplar, niweliriň ornaşdyrylan nokatlary, ýagny stansiýalary rim sanlary I, II, III, IV we V, reýka we niweliriň göçüriliş tertibi bolsa yzygider AA' ugur boýunça alynyp barylýar. Bu ýerde şu zady bellemek zerurdyr, ýagny B piketa ornaşdyrylan reýka I stansiýda öňdäki reýkanyň wezipesini, emma II stansiýada bolsa ol yzdaky reýkanyň wezipesini ýerine ýetirýär. Piket iki sany gönşy stansiýany bir-birine baglanyşdyrýandygy sebäpli, oňa *baglaýjy*

nokat diýip hem atlandyrylýar. Ýörelgede *B*, *Ç*, *D* we *E* nokatlar baglaýjy nokatlar bolup hyzmat edýär.

Niwelirlenýän nokatlar gerek bolan baglanyşdyryjy nokatlaryň arasynda ýer-leşen bolsa, onda bu nokatlara *aralyk nokatlary* diýilýär(8.6-njy surat). Aralyk nokatlaryň beýikligi bir nokatdan ikinjisine baglylykda berilmeyär. Şonuň üçin, olar bir stansiýada baglaýjy nokatlary niwelirlenilip bolandan soňra niwelirlenilýär. Yzdaky reýkany öňe geçirmekde, reýka bir gezek aralyk nokatlara or-naşdyrylyp, niweliriň kömegi bilen, şol nokatlardan hasaplar alynýar. Baglaýjy nokatlardan alnan hasaplardan peýdalanyň, her bir nokadyň goňşy nokada bag-lylykda beýgelmesi, soňra absolyt beýikligi hasaplanylýp çykarylýar.



8.5-nji surat.

8.5-nji suratdan görnüşi ýaly I, II, III, IV we V stansiýalardaky bag-lanyşdyryjy nokatlaryň hakyky beýgelmeleri şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = a - b;$$

$$h_1 = a_1 - b_1;$$

$$h_2 = a_2 - b_2;$$

$$h_3 = a_3 - b_3;$$

.....

$$h_n = a_n - b_n$$

Eger-de stansiýalaryň sany köp bolsa, onda formuladan görnüşi ýaly tertipde almagy bilen tapawutlanýar.

Birnäçe stansiýalardaky nokatlaryň hakyky beýgelemeleriniň jemi, başlangyç A nokada baglylykda ýörelgäniň hakyky beýgelmesi bolar:

$$h_{AA}=h_1+ h_2+ h_3+ + h_n=(a - b)+(a_1 - b_1)+(a_2 - b_2)+ +(a_n - b_n)$$

ýa-da

$$h_{AG} = \sum_{i=1}^n a - \sum_{i=1}^n b = \sum_{i=1}^n h .$$

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýiklikleri şu aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$H_1 = H_A \pm h_1;$$

$$H_2 = H_1 \pm h_2;$$

$$H_3 = H_2 \pm h_3;$$

.....

$$H_n = H_{n-1} \pm h_n.$$

Eger-de B, Ç, D we E nokatlaryň absolýut beýgelmelerini kesgitlemek gerek bolmasa, onda ahyrky nokadyň absolýut beýikligini şu aşakdaky formula boýunça hasaplap çykarmak bolar:

$$H_G = H_A \pm \sum_{i=1}^n h_{AG} .$$

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýikligi hasaplanyp çykarylandan soňra, aralyk nokatlaryň absolýut beýiklikleri, guralyň gorizontynyň kömegi bilen kes-gitlenilýär(13.7-nji surat). II stansiýada GG şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$GG_{II} = H_{PKI} + a \quad \text{ýa-da} \quad GG_{II} = H_{PK2} + b$$

Aralyk nokatlaryň(PK0+40, PK0+64) absolýut beýiklikleri şu aşakdaky for-mula bilen hasaplanylýar:

$$H_{PK0+40} = GG_{II} - b_{PK0+40};$$

$$H_{PK0+64} = GG_{II} - b_{PK0+64}.$$

3-nji mysal. Eger-de $H_{PK0}=110,555$ m, $a_2=0676$ mm, $b_{PK0+40}=1622$ mm we $b_{PK0+64}=0980$ mm bolsa, nokatlaryň absolýut beýikligini hasaplalyň. Mysaly çözmek üçin ilki bilen guralyň gorizontyny şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$GG_{II} = 110,555 + 0,676 = 111,231 \text{ m}; GG_{II} = 111,231 \text{ m}.$$

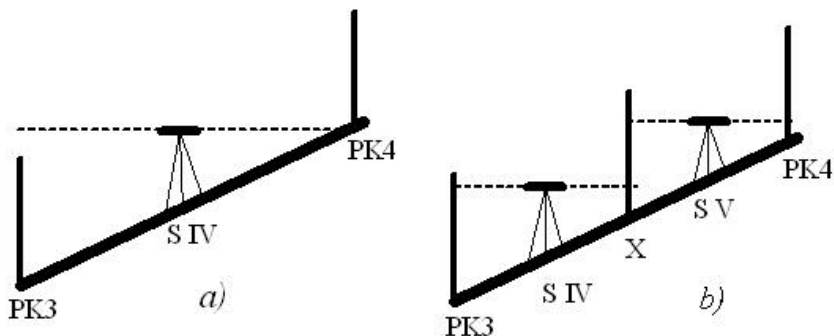
Soňra aralyk nokatlaryň beýikliklerini şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$H_{PK0+40} = 111,231 - 1,622 = 109,609 \text{ m}; H_{PK0+40} = 109,609 \text{ m}.$$

$$H_{PK0+64} = 111,231 - 0,960 = 110,341 \text{ m}; H_{PK0+64} = 110,341 \text{ m}.$$

Bir-birinden uzakda ýerleşen nokatlaryň absolýut beýikliklerini kesgitlemek maksadynda ýerine ýetirilýän çylşyrymly işe *uzaboýuna niwelirmek* diýilýär. Uzaboýuna niwelirme perpendikulýar geçirilen niwelir ýörelgesine *keseligine niwelirmek* diýilýär.

Niwelirlenilýän çyzygyň profilini gurmak we birnäçe häsiýetli nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksady bilen amala aşyrylýan uzaboýuna niwelirmeklige *trassany niwelirmek* diýilýär.



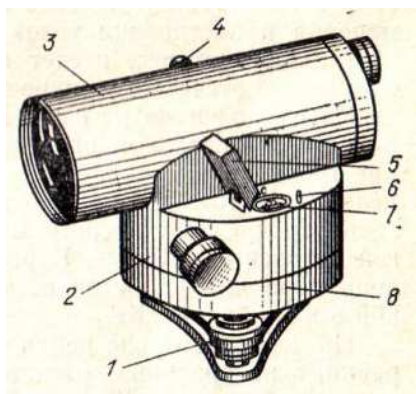
8.6-njy surat.

Stansiýada niwelirmek işi geçirilende nokatlaryň arasynda beýgelme has uly bolsa (8.6-nji a surat), ýagny PK3 bilen PK4 piketleriň ortasynda ni-weliri ornaşdyrallyň, ony işçi ýagdaýa getireliň we yzdaky reýka, niweliriň görüş turbasy arkaly seredende, gorizonta şöhle reýkanyň üstünden geçse, öňdäki reýka seredende bolsa, gorizonta şöhle ýere ursa, onda bu piketleriň aralygyny goşmaça stansiýa bölüp niwelirmek gerek bolýar. Netijede *iksli(X-li)* nokady alarys(8.8-nji b surat). Bu nokatlaryň beýikligi ýer üstiniň profilini guranyňda alynmaýar. Iksli nokatlar diňe baglanyşdyryky

nokatlaryň beýikligini yzygi-derlikde bir-birine geçirmek üçin ulanylýar.

8.5. Niwelirleriň görnüşleri

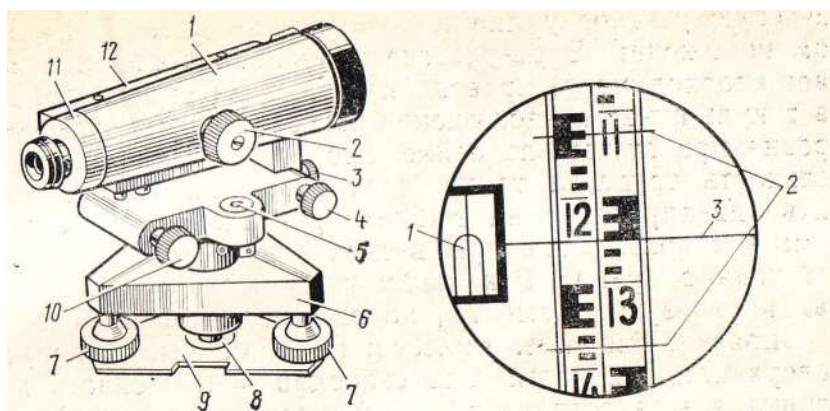
Niwelirleriň nyşanalaýjy okuny gorizental ýagdaýa getirmegiň usulyna baglylykda iki hili görnüşde bolýarlar. Olaryň nyşanalaýjy oky uroweniň kömegi bilen gorizental ýagdaýa getirilýän niwelirler tapawutlanýar. Olardan başgada lazerli niwelirleri bardyr. Bu niwelirler häzirki wagtda has-da güýçli depginler bilen önümçilige ornaşdyrylýar. Olar aýratyn hem gurluşyklarda tekiz-lemek işlerinde ulanylýar. Lazerli niwelirlerde gorizental ýerleşen lazer şöhlesi, reýkanyň duýgur fotoelemntlerine täsir edýär we gerek bolan beýiklikde meý-dany tekizlemäge mümkinçilik berýär. Şu sanalan niwelirlerden başga, häzirki wagtda elektronly niwelirler giň gerim alyp ýaýraýar. Bu niwelirlerde nokatla-ryň beýikligini, beýgelmesini we nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitlemek awtomatiki ýagdaýda alynýar, şeýle hem alnan maglumatlaryň ählisi gaty mag-nitli göterijide ýazylmak bilen, alnan maglumatlaryň **EHM-lerde** işlenilmek we sanly kartalary döretmek ýaly meseleleri hem çözüär.



8.7-nji surat.

Soňky ýyllarda nyşanalaýjy oky awtomatiki usulda gorizonta ýagdaýa getirilýän niwelirler hem önümçilige goýberilip başlanyldy. **HCM-2** niweliri şu niwelirleriň bir görnüşidir. Bu niweliri nokada ornaşdyrmak, has az wagty almagy bilen tapawutlanýar. Olar aýratyn hem gumakly we batgalyk ýerleri niwelirmek üçin has-da amatlydyr.

Niwelirler özleriniň takyklygy boýunça *tehniki*, *takyk* we *ýokary takykly* ýaly toparlara bölünýär. Niwelirler görüş turbanyň ulaldyş derejesine(koeffisiýen-tine), görüş meýdanyna, uroweniň böleginiň bahasyna we başga häsiýetleri taýdan hem bir-birinden tapawutlanýarlar.



8.8-nji surat.

Niwelirleriň takyklygy boýunça käbir görnüşlerine seredip geçeliň:

Takyk niwelirleriniň hataryna girýän **H-3** (8.8-nji surat) we **HC-3** niwelirleri **HB-1** we **HCM-2** niwelirleriniň esasynda düzülendir. Görüş turbanyň ulaldyş derejesi 30^x , slindrik uroweniň böleginiň bahasy **2 mm** ýa-da 15^x essedir. Bu niwelirleriň hem elewasion nurbaty bar. Ol 1 km aralygy ± 4 mm ortaça kwadrat takyklykda niwelirmäge niýetlenendir. **HC-3** niweliriň nyşanalaýjy oky awtomatiki usulda gorizonta ýagdaýa getirilýär.

HT we **НПС** niwelirleri tehniki takykly niwelirlere degişlidir. Olar **HT**, **HB-1** we **НЛ-3** niwelirleriň ornuna işlenilip, has-da kämilleşdirilip çykarylandyr.

HT niweliri uroweni ýa-da nyşanalajy oky awtomatiki gorizonta ýagdaýa getirilen bolýar. Onuň gorizonta tegelegi bar. Ol gorizonta burçlary takmynan ölçemek üçin niýetlenendir. Görüş turbanyň ulaldyş derejesi **20^x**, bu niwelir bilen *1 km aralygy ±15 mm* takyklykda niwelirelemek mümkindir. **НПС** niweliri öz-özünden gorizonta ýagdaýa dogurlanýan hem-de kese nyşanalamak usulyna niýetlenendir. Onuň hem gorizonta tegelegi bar. Bu niwelir **1 km aralygy ±30 mm** ýalňyşlyk bilen niwelirlemäge mümkinçilik berýär.

8.1-nji tablisa

H-3K niweliriniň tehniki häsiýetnamasy

Tehniki häsiýetnamalary	Bahalary
Stansiýalarda beýgelmäni kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy(niweliriň we raýkanyň arasyndaky aralyk 100 metre çenli bolanda)	±2 mm-den az
1 km ikilenç ýörelgede ortaça kwadrat ýalňyşlyk	±2 mm-den az
Görüş turbanyň ulaldyş koeffisiýenti	30 ^x
Obyektiwiň erkin böleginiň diametri	40 mm-den köpräk
Görüş meýdanynyň burçy	40 mm-den köpräk
Nyşnalamagyň iň gysga aralygy	2 m-e çenli
Aralyk ölçejiniň koeffisiýenti	100 ± 1 %
Kompensatoryň işleýiş çägi	± 16'
Niweliriň ölçegleri	200 x 140 x 130 mm-den köpräk
Agramy(kg): niweliriň agramy	1,8
Gabynyňky	3,5

H-3K niweliri niweliri ýapgytlyk burçy kompensator bilen üpjün edilip, ony ýeriň üstünde III we IV klasly niwelirlemekde, nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni kesgitlemekde ulanmak bolar. Ondan daşary bu gural ýeriň aşagyndaky nokatlarda niwelirlemek

işlerini geçirmekde peýdalanylýar. Onuň görüş turbasyndaky optiki sapakly aralyk ölçýjisi bardyr. Ol -40° -dan $+50^{\circ}$ -a çenli temperaturalarda işlemäge niýetlenilendir(8.1-nji tablisa).

NA-20 niweliri. Şwesariýanyň **WILD** firmasynyň işläp taýýarlan guralydyr (8.12-nji surat). Ol agyr tebigy şertlerde ulanar ýaly kompensator bilen üpjün edilendir. Bu gural aýratyn hem gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar. Onuň ýokary hilli görüş turbasy bolup, ol islendik şertlerde çyzygy gorizont alnyşanalamaga we takyk hasaplary almaga mümkinçilik berýär. Kompensatoryň perdesini bir gezek basmak bilen, onuň işleýşini barlamak bolar. Niweliri foksirlemeginiň gysga aralygynyň bolmagy, onuň gurluşyk meýdanlarynda hiç hili päsgelçiliksiz işlemäge mümkinçilik berýär. Niweler gorizont alburçlary ölçemek maksadynda, gorizont tegelegini limbi bilen üpjün edilendir. Guralyň **gyzyl-sary** reňkiniň bolmagy, onuň gurluşyk meýdanynda howpsyzlyk bilen işlemäge ýagdaý döredýär(8.3-nji tablisa).

8.3-nji tablisa

NA-20 niweliriniň tehniki häsiýetnamasy

Tehniki häsiýetnamalary	Bahalary
1 km beýgelmede standart gyşarma(mm)	2,5
Görüş turbasynyň ulasdyş koeffisiýenti	20 ^x
Obýektiwiň diametri(mm)	30
100 m-de görüş meýdany	4,2
Nyşanalamagyň in gysga aralygy(m)	
Obýektiwden nyşana çenli	0,4
Wertikal okdan nyşana çenli	0,5
Hemişelik köpeldiji	100
Kompensator/urowen	Kompensator
Kompensatoryň(uroweniň) duýgurkugy	$\pm 0,8''$
360°-lyk gorizont al tegelek	Standart
Agramy(kg)	1,6

NA-24 niweliri tehniki niwelirleriniň toparyna degişli bolup, ol Şwesariýanyň **WILD** firmasynyň önümidir(8.13-nji surat). Bu gural hem kompensator bilen üpjün edilendir. Şonuň üçin, ony

ýerasty we ýerüsti gurluşyk işlerinde, uzaboýuna çyzyklaryň profilni gurmakda, dürli görnüşdäki meýdanla-ry niwelirmek işlerinde ulanmak has-da amatlydyr. Gural örän berk we ynamlydyr. Onuň görüş turbasy hiç-hili suw geçirmeýär. Tegelek uroweniň düwmesini nul punkta getireniňden soňra, gural işçi ýagdaýda bolýar. Nyşanalanýlýan çyzyk awtomatiki ýagdaýda kompensatoryň kömegi bilen gorizonta ýagdaýa getirilýär. İşlemezdən önürti kompensatoryň işleýşini barlamak bolýar. Bu niweliriň kömegi bilen ýeriň üstünde gorizonta burçlary hem ölçemek bolar(8.4-nji tablisa).

8.4-nji tablisa

NA-24 niweliriniň tehniki häsiýetnamasy

Tehniki häsiýetnamalary	Bahalary
1 km aralykda beýgelmäniň standart gyşarmasy(mm)	2
Görüş turbanyň ulaldyş koeffisiýenti	20
Obýektiwiň diametri(mm)	36
100 m-de görüş meýdany	3,5
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy(m)	
Obýektiwden nyşana çenli	0,4
Wertikal okdan nyşana çenli	0,5
Hemişelik köpeldiji	100
Görüş turbasy gaz bilen doldurylan kompensatoryň du-ýujylygy	$\pm 0,8$
360°-lyk gorizonta tegelek	Standart
Agramy(kg)	1,7

WILD firmasynyň elektrona NA2000 niweliri (8.9-njy surat). Bu dünýä bazarynda elektronly sanly niwelirdir, ol ölçegiň netijelerini awtomatiki hasaba alýar(registrirleýär). Bu niwelirde dolandyryş pultundaky klaviaturanyň bir perdesini basmak bilen awtomatiki usulda, nokatlaryň takyk beýgelmelerini we olaryň beýikliklerini kesgitlemek bolar. Ölçemegiň esasy prinsipi bolup, alnan sanly maglumatlary işlemekden, ol bolsa öz gezeginde ýokary takyklygy almaga we amatly netijeleriň alynmagyna şert döredýär. Ölçegiň netijeleri sanlar görnüşinde, bir wagtda kompýuteriň hüşyna

ýazlyp bilner. Elektronly niweliriň kömegi bilen has ýönekeý, çalt az wagty sarp etmek, şeýle-de özüniň bahasy boýunça arzan düşýän we amatly usullary ulanmak bilen işlemek bolar.



8.9-njy surat.

Ulanylýan ýerleri: ýol gurluşygynda ýer üstüniň profilini surata almakda, arhitekturada, ýeriň üstündäki islendik desgalarynyň deformasiýalaryny kesgit-lemekde, ýer üstüniň topografiýa kartasyny düzmek maksadynda surata almak-da, ýerasty kommunikasiýalary surata almakda, emeli suw howdanlary gurmak-da we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar.

Bu gural üçin ýörite zolak görnüşli, kodly, elektronly hasaby alar ýaly niwelir peýkalary ulanylýar. Reýkanyň beýikligi 4,05 metre deň bolup, onuň ýüz tarapy adaty niwelirler bilen işläř ýaly masştably bölekleri geçirilendir(8.5-nji tablisa).

8.5-nji tablisa

NA2000 niweliriniň tehniki häsiýetnamasy

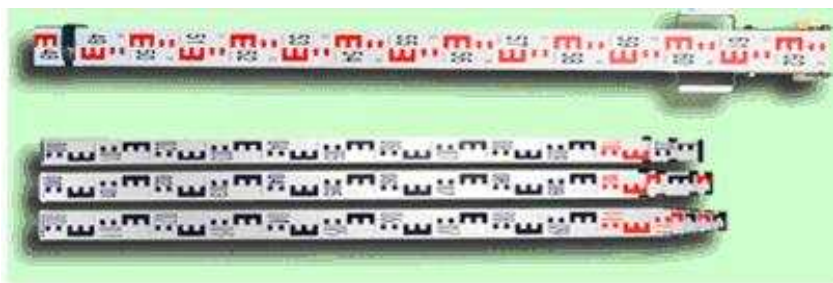
Tehniki häsiýetleri	Bahalary
1 kilometrlik ikilenç ýörelgede standart gyşarma(mm)	
elektronly ölçegde	1,5
optiki ölçegde	2,0
Ölçemegiň diapazony(m): elektronly	1,8 m-den 100 m-e çenli
Optiki	0,6 m-den 100 m-e çenli

Aralygy ölçemeginiň takyklygy	3±5 mm/10 m
Elektronly ölçemeginiň standart wagty	4 sek
Görüş turbasynyň ulaldyş koeffisiýenti	24 ^x
Obýektiwiň diametri(mm)	36
100 m-de görüş meýdany(m)	
Kompensator	Maýatnikli
Işçi diapazony	±12'
Işiň takyklygy	±0,8"
Agramy(kg)2,5 GEB79 tipli batereýasy bilen birlikde	
Reýka(gaby bilen birlikde)	5,0 kg

8.6. Niwelirlemekde işledilýän reýkalar

Niwelirlemekde köplenç ýagdaýlarda ulanylýan reýkalaryň uzynlyklary *3-4 m, inliligi 8-10 sm* we galyňlygy *2-2,5 sm* ölçeglerde bolýar. Reýkalar özleriniň ulanylýan ýerlerine we ölçegini takyklygyna baglylykda tagtadan, metaldan ýasalýar. Metal reýkalary köplenç ýagdaýlarda inwar metalyndan ýasalýar. Bu reýka 35 % nikel we 65 % demir garyndysyndan ýasalýar. 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 bir santimetrden gara we ak reňkler çalşylyp boýalýar. Reýkadan hasaplary almagy ýeňilleşdirmek maksadynda her bir desimetr bölegi iki sany baş santimetrli bölekler bölünendir(8.10-njy surat). Her bir desimetr 5 santimetrden ikä bölünen, desimetr bölekleriň ilkinji baş santimetri **E** harpyna meňzeýär. Şu bölünmeler reýkalaryň ölçenilip alnyş takyklygyna baglydyr. Reýkadaky desimetr bölekleri 0-dan başlap reýkanyň ýokarsyna tarap arap sanlary bilen belgilenendir(01, 02, 03,...30).

Niwelirlemekde bitewi, sürülme we eplenýän görnüşli reýkalar ulanylýar.



8.10-njy surat.

Bütewi raýkalaryň uzynlygy *3 metr* bolup, santmetrli bölekler onuň iki tarapynda hem bardyr. Reýkanyň gara reňk bilen ýazylan tarapy-reýkanyň gara tarapy, gyzyl reňk bilen ýazylan tarapy bolsa-reýkanyň gyzyl tarapy biýlip atlandyrylýar. Bu reýkalaryň şeýle edilmegi, ýeriň üstüniň ikilenç niwelirlenilip, nokatlaryň beýgelmeleriniň iki gezek, ýagny bir gezek niwelirlände nokatlaryň arasyndaky hakyky beýgelmäni kesgitlemek we ikinji gezek niwelirlenilmegi bolsa, kesgitlenilen beýgelmäniň dogry tapylanlygy barlanyl-ýar. 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 reýkalar uzyn bolanlygyndan, olary uzak aralyklara äkitmek(transportirowka etmek) we olary abzalhanalarda saklamakda, belli bir kynçylyklary döredýär.

Sürme reýkalar uzynlygy *2,1-2,2 metr* bolup, iki sany tagtadan ybarat bolýar, tagtalar bir birine demir bentler bilen birleşdirilýär. Eger-de beýgele 2 metrden köp bolsa, onda ýeriň çäginini niwelirllemekde yzky tagta ýokary, reýkanyň yzdaky tagtasyny berkidiji nurbatyň kömegi bilen ýokary çykarylmany gerek bolýar. Häzirki zaman sürme reýkalary bir-birine geýdirlen görnüşli bolmak bilen bir-biriniň içinden çykarylýar. Olaryň uzynlygy *4 m-e* çenli aralykda bolýar. Olaryň kömegi bilen çylşyrymly relýefli ýeriň çäginini niwelirllemek mümkindir.

Eplenilýän reýkalaryň uzynlygy *3,0-4,0 metre* çenli beýikligi bolup, ol *1,5-2,0 metr* aralyklardan eplenilýär we iki sany

tagtadan ybarat. Tegtalar bir birine şarniriň kömegi bilen berkidilýär. Reýkadan uzak aralykdan ýa-da çylşyrymly beýgelmeli ýeriň üstünden hasaplary almak maksadynda, reýkanyň ikinji tagtasyny ýokary göterip berkidiji nurbatyň kömegi bilen berkidilip goýulýar.

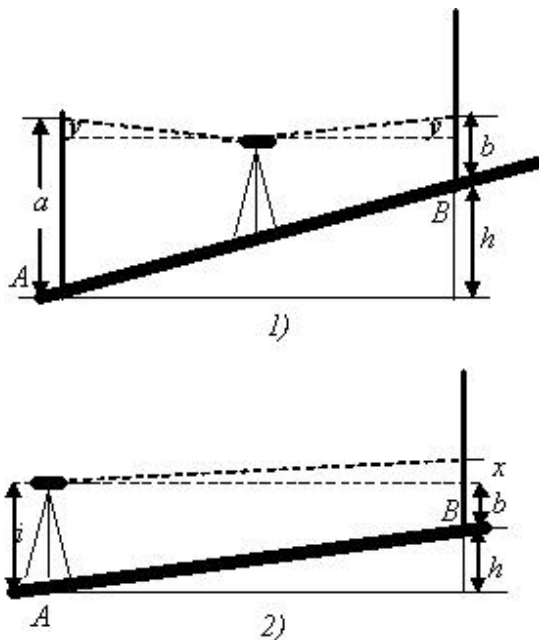
8.7. Niwelirleri derňemek we sazlamak

Niwelirler, adatça zawodda ýasalan wagty, belli mehaniki-tehnologiki., op-tiki we geometriki talaplara dogry gelen ýaly işlenilip çykarylýar. Guralyň kö-nelmegi, mehaniki şikeslenmegi we başga sebäpleriň netijesinde, onuň esa-sy talaplary ödäp bilmezligi mümkin-dir. Şonuň üçin nilewir bilen işlemäge başlamazdan önürti, şeýle hem iş ha-dysasynyň dowamynda guraly wagtal-wagtal barlamak gerekdir.

Tehniki niwelirleri barlamagyň ter-tibi bilen tanyş bolalyň. Tehniki niwe-lirler şu aşakdaky talaplara laýyk bol-magy hökmanysyr:

1) *Niwelirleriň görüş turbasynyň ny-şanalaýjy oky, onuň silindrik uroweniniň okuna parallel bolmalydyr* (8.11-nji surat). Bu şerti barlamak mak-sadynda takmynan bir-birinden 50 metr aralykda ýerleşen iki sany nokat belleniýär. Bu nokatlaryň hakyky beýiklikleriniň tapawudy “**öňe**” niwelirmek we “**ortadan**” durup niwelirmek usullarynda kesgitlenilýär. Eger-de iki gezek ölçenen beýgelmeler bir-birine deň bolsalar, şert ýerine ýetýär. Beýgelmeleriň tapawudy 4 mm-den köp bolsa niwelirlemege düzedişleri girizmek gerekdir. Onuň üçin ikinji nokatda ornaşdyrylan reýkadan dogry hasap $b = i - h$ formulanyň esasynda hasaplanylýp çykarylýar. Soňra görüş turbasynyň sapaklar tory, onuň göteriji nurbatlarynyň kömegi bilen göterilip, ýokardaky hasaplanylýan sana dogurlanylýar.

HB-1 niwelirde öwrüji nurbatlaryň bolmanlygy sebäpli, uroweniň sazlaýjy nurbatlarynyň kömegi bilen sazlaşdyrylýar. Onuň üçin görüş turbanyň nyşanalaýjy oky, elewasion nurbatyň kömegi bilen b hasaba dogurlanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň düwmesi bir tarapa gyşarýar. Soňra uroweniň gutysynyň okulýar tarapdaky gapagy açylyp uroweniň sazlaýjy nurbatlary burulyp, düwmäniň uçlary bir-birine berkidilýär.



8.11-nji surat.

Görüş turbasynyň nyşanalaýjy okunyň, uroweniň okuna parallel dälligi netijesinde emele gelen ýalňyşlygy azaltmak maksadynda niwelir beýikligi ýa-da beýgelmesi kesgitlenilýän nokatlaryň edil ortasynda ýerleşdirilýär.

2) *Silindrik uroweniň okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti barlamak üçin ilki bilen uroweniň oky metal goýguçdaky göteriji nurbatlara parallel ýagdaýda goýulýar, soňra nurbatlary gapma-garşylykly tarapa burup, uroweniň düwmesi naýçanyň ortasyna, ýagny nul pun-ka getirilýär. Soňra üçünji nurbatyň kömegi bilen, uroweniň düwmesi nul pun-ka getirilýär we şu ýagdaýdan görüş turbany 180° öwürýäris, eger-de şu ýag-daýda uroweniň düwmesi nul punktda ýa-da ondan iki bölek köp gyşarmasa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Eger-de uroweniň düwmesi nul puntan, onuň gyralaryna 2 bölekden köp gyşarsa ýa-da gyra gyşarsa, onda uroweniň düzediji nurbatlarynyň we göteriji

nurbatlaryň ýarym aýlawlaryny aýlamak bilen düzet-mek işlerini geçirýäris. Uroweni düzetmegi işiň dowamynda birnäçe gezek geçirýäris.

3) *Tegelek uroweniň okunyň, guralyň aýlanma okuna parallel bolmagy hök-mandyr.* Bu şerti barlamak üçin silindrik uroweniň kömegi arkaly niweliriň aýlanma oky wertikal ýagdaýa getirilýär. Eger-de metal goýguçdaky tegelek uroweniň düwmesi tegelegiň merkezinde bolsa, onda şert ýerine ýetdi hasap-lanylýar. Garşylykly ýagdaýda, ony sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen nul pun-kta getirilýär.

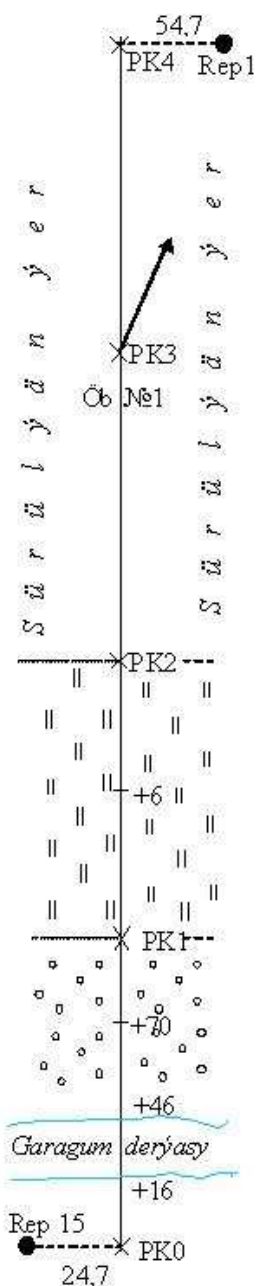
4) *Sapaklar torunyň gorizontalynyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bo-lmagy hökmanydyr.* Bu şerti barlamak üçin gural işçi ýagdaýa getirilýär we görüş turbany aralykda ýerleşen bir nokada ýa-da reýka nyşanalaýarys (wizirleýäris). Soňra sapaklar torunyň gorizontal çyzygy, bellenen nokady tutsa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Eger-de nokady tutmasa, sapaklar toruny sazlaýjy nurbatlarynyň kömeginde dogurlamak zerurdyr.

5) *Niweliriň görüş turbasynyň nyşanalaýjy okunyň gorizontal ýagdaýynda beýgelmäni ölçemek, hasaply bölekleriň gorizontal sapaga dogry gelmegi bilen alnyp barylýar.* Bu şerti ýerine ýetirmek üçin uzynlygy 100 m gelýän çyzygy öňe niwelirmek usulynda iki gezek niwelirmek ýoly bilen barlanylýar. Netijede aşakdaky aňlatma alynýar:

$$x = \frac{i_1 - i_2}{2} = \frac{b_1 - b_2}{2};$$

Bu ýerde i_1 we i_2 -niwelirlenilýän çyzygyň depelerine ornaşdyrylan guralyň beýikligi; b_1 we b_2 -guralyň reýkanyň beýikligine deň bolan hasaby, turbadaky sapaklar torunyň ortadaky gorizontal çyzygyna dogurlap beýgelmäni ölçemek hasaply böleklerden(ştrihlerden) alnan sanlar. x -berlen çyzygy ikinji gezek niwelirläp alnan hasaplar, mm-de.

Eger-de, $x < 2 \text{ mm}$ bolsa şert ýerine ýetdi hasaplanylýar, $x > 2 \text{ mm}$ bolsa niweliri gaýtadan sazlamak gerekdir. Onuň üçin sapaklar tory b_1 deň hasaba galdyrylyp, turbanyň yagdaýynda berkidip goýulýar. Soňra uroweniň mikrometriki nurba-tyny aýlandyrmak bilen beýgelmäni ölçemegiň hasaby $b_2' = b_2 + x$ hasaba dogurlanylýar



8.12-nji surat.

we uroweniň düwmesi nurbatlaryň ýardam bermeginde orta getirilýär.

8.8. Profili gurmak üçin niwelirmek

Profili gurmak maksadynda niwelirmek ýol gurluşygynda, gidrogeologiyada, toprak barlaglarynda, geofizikada, geomorfologiyada we başga ýerlerde giňden ulanylýar. Geometriki niwelirmegi relýefiň mikroformasyny almaga mümkinçilik berýär.

Profili gurmak maksadyndaky geçirilýän niwelirmek işleri şu aşakdakylary öz içine alýar:

- çyzygy niwelirmäge taýýarlyk ýa-da piketleri bölmek;
- niwelirmegiň meýdan işleri;
- meýdan žurnalyny işlemek, piketleriň beýikliklerini hasaplamak we profili gurmak;

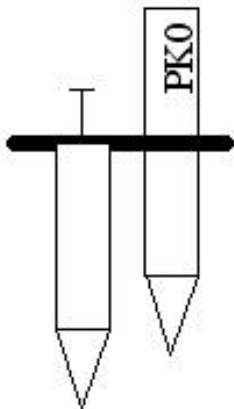
Piketleri bölmezden önürti, niwelirlenilýän çyzyk bo-ýunça ýerde öwrüm nokatlara çelgileri ornaşdyrýars, soňra öwrüm çyzyklaryň gorizonta burçlaryny teodo-lidiň ýarym “*kabul edijilik*” usulynda ölçäýäris.

Niwelirlenilýän çyzygy, ölçeg gurallary bilen ölçemek-de, ýeriň üstünde her kesgitlenilen aralyklardan piketleri şu aşakdaky tertipde belleýäris, ýagny başlangyç nokada ýeriň üsti bilen deň derejede gazyk kakýars, bu bolsa ýörelgede *başlangyç nokat(piket)* bolýar. Oňa niwelirlenilýän wagty reýka goýulýar. Birinji gazygyň ýanynda, ikinji goraýjy

gazyk hem ýeriň üstünden uzynlygy 15-20 sm galdyrylyp kakylýar, oňa piketiň tertibi ýazylýar. Başlangyç piketi nul(PK0) bilen belgileýäris (8.17-nji surat). Piketleri bir-birinden 100 m aralykda(relýefiň çylşyrymlylygyna baglylykda, käbir ýagdaýlarda 50 metr aralykdan hem alynýar) ýerleşdirip, başlangyç piket-den soňra PK1, PK2 we ş.m. alynýar. Piketleriň tertibi niwelirlenilýän çyzygyň ahyryna tarap yzygiderlikde artýar we olar boýunça geçirilen çyzygyň uzynlygyny bilmek bolar. Eger-de goraýjyda PK56 diýen ýazgy bolsa, onda şu pikete çenli 5,6 km (5600 m) aralygyň geçilenligini aňladýar.

Eňňitleriň häsiýetli nokatlary hem-de niwelirlenilýän çyzyklaryň öwrümlü burçlary örän soýrek gabat gelyär. Bu ýagdaýda nokatlara ýeriň üsti bilen deň derejede gazyk kakylýar we goraýjylar goýulýar. Bu nokatlar goşmaça hökmün-de alnyp, olara çenli aralyk geçen piketden alynýar we onuň tertibiniň üstüne goşulýar, meselem, piketaž žurnalynda (8.12-nji surat) PK0 we PK1 piketleriň arasynda üç sany **aralyk nokatlary** PK0+16, PK0+46 we PK0+70 ýerleşen, beýle diýildigi birinji **aralyk nokady** PK0-njy piketinden 16 m, ikinji **aralyk nokadynyň** 46 m we üçünji aralyk nokadynyň bolsa PK0-dan 70 metr aralyklarda ýerleşýändigini aňladýar. PK1-nji we PK2-nji piketleriň araly-gynda bir sany, PK1+65 **aralyk nokady** ýerleşendir. Onuň bolsa PK1-nji piket-den 65 m aralykda şu nokadyň ýerleşýändigini aňladýar. Niwelirlenilýän nokatlary olaryň tertibinden daşary öwrümiň ugry, meselem, “burç saga” ýa-da “burç çep” diýen ýaly ýazgylar ýazylýar.

Trassanyň okundan belli aralykda, relýefiň üýtgeý-şini häsiýetlendirýän formasyny görkezmek üçin keselikler, ýagny trassanyň okuna perpendikulýar ýörel-geler alynýar. Eger-de keselik öwrüm burça düşýän bolsa, onda ony bissektrisada bölýärler. Keseligiň uzynlygy we olaryň arasyndaky aralyklar, önümçiligiň talabyna, ýer üstüniň relýefine we degişli görkezmelere laýyk alynýar. Keseligiň nokatlary, olaryň alynýan piketi-nden we aralygyndan, tertibi boýunça belgilenilýär, meselem, PK3+20S, PK3+20Ç, bu bolsa PK3 piketden keselik 20 m sagda(S) we 20 m çepde(Ç) diýiligidir.



8.13-nji surat.

Keseligi bölmekde trassanyň öwrümlü nokatlary onuň üstünde bolsa, egriniň esasy nokatlary belgile-nilýär. Egriniň esasy, öwürüm egrisiniň başlanýan (EB) ýeri belgilenilýär. Öwürüm egrisiniň ahyry($ÖA$) we öw-rümlü egriniň ortasy(EO) degişlidir. Öwürümlü egriniň esasy elementlerini kesgitlemek üçin öwürüm burçy (β) we öwürümiň radiusy(R) belli bolmalydyr. Trassanyň öwürümlü burçlary niwelir ýörelgesiniň ugruna gärä sagda we çepde ýerleşmegi mümkindir. Trassanyň öwürümlü burçlary gorizental burçlary ölçeýji gural-laryň (teodolidiň, gorizental tegelekli niweliriň) kömegi bilen ölçenilýär. Tegelegiň radiu-syny

teswirilenilýän gurluşyň tehniki ýagdaýyna görä alýarlar. Öwürüm nokatlarynyň esasy nokatlarynyň ýer-leşmegi, öwürümlü nokadyň depesinden ýörelge boýun-ça öne we yza alynýar. Göniniň bu kesimlerine *tangens* diýilýär we T harpy bilen belgilenilýär(8.19-njy surat). Öwürüm egrisiniň ortasy *bissektrisa* bilen kesgitlenilýär we B harpy bilen belgilenilýär. Tan-gensiň we bissektrisanyň ululygy formulalardan alnan hasaplar boýunça almak bolar.

Tangensi şu aşakdaky formulanyň kömeginde tapmak bolar:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$

Bissektrisany şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R.$$

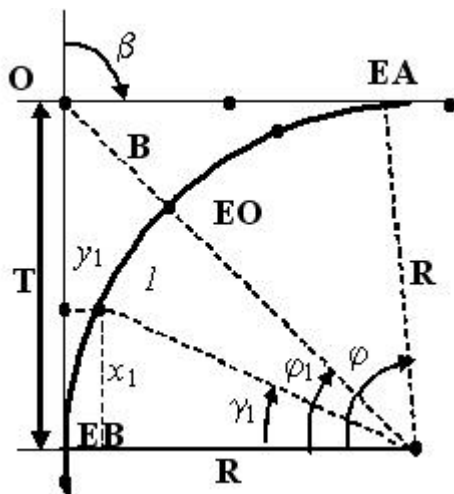
Bissektrisanyň bahasyny öwürüm burçuň we radiusyň ululyklary boýunça düzülen ýörite tablisadan tapmak bolar.

Öwürüm egrisi boýunça piketažy bölmek üçin egriniň uzynlygynyň(E) we domeriň (D) bahasyny bilmelidir. Bu ululyklary şu aşakdaky formulalaryň kömeginde kesgitlemek bolar:

$$E = \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot \beta \text{ we } D = 2 \cdot T - K.$$

1. Trassanyň öwrüm burçuna çenli aralykdan tangensiň(T) ululygyny aýyrýarys we öwrüm egrisiniň başlangyç nokadyny tapýarys;

3. Öwrüm egrisiniň ahyrynyň alnysyny barlamak üçin trassanyň öwrüm burçuna çenli aralyga tangensi(T) goşup, alnan netijeden domeriň bahasyny aýyryp, öwrüm egrisiniň düzedilen egrisini tapýarys.



193

Öwrüm burçy	PK3+40	
- T	PK2+33,16	
<hr/>		
ÖB	PK1+6,84	
+ E	PK4+36,34	
<hr/>		
ÖA	PK5+43,18	
Barlagy:	Öwrüm burçy	PK3+40
	+ T	PK2+33,16
<hr/>		
ÖA	PK5+73,16	
- D	29,98	
<hr/>		
ÖE _{düzedilen}	PK5+43,18	

Egriniň esasy nokatlaryny bölerden soňra, piketleri göni çyzykdan egri çyzy-gyň üstüne geçirýäris. Bu ýagdaýda gönüburçly koordinatlar usulyny ulanýarys.

Şu hasaplamanyň esasynda egriniň başlangyç nokadyny tangensiň we öwrüm nokadynyň üsti bilen tapmak bolar. Onuň üçin öwrüm nokadynydan tangensiň ($T=233,16\text{ m}$) bahasyny trassanyň başlangyjyna tarap alyp goýmak ýa-da *PK1-dan 6,84 metr* aralygy *PK1-i* ugra alyp goýmak bilen tapmak bolar. Egriniň ahyrky nokadyny öwrüm burçundan tangensi($T=233,16\text{ m}$) trassanyň täze ugrunda alyp goýmak bilen tapmak bolar. Egriniň ortasyny öwrüm burçundan $180^\circ-\varphi$ bissektrisa burça tarap ugurda $B=51,69\text{ metr}$ alyp goýmak bilen tapmak bolar. Egriniň esasy nokatlaryny ýeriň üstünde gazyklar we sakçy gazyklar bilen berkidýäris. Soňra tangensiň üstündäki *PK2*, *PK3*, *PK4* we *PK5* piketleri egriniň üstüne, her bir piketiň arasynyň *100 metr* aralyga deň bolar ýaly derejede geçirýäris.

Beýle diýildigi tangensiň üstünde *PK1-iň* $s_1=6,84$ aralykda bolýan bolsa, şu aralyk egrisiniň üstünde hem bolmalydyr.

Egriniň üstüne piketleri geçirmek üçin gönüburçly koordinatlar usulyny ulan-ýarys. *PK2-ni* we *PK3-i* egriniň üstüne geçirmekde başlangyç nokat bolup *EB* nokady, emma *PK4-i* we *PK5-i* geçirmek üçin bolsa *EA* nokady hyzmat edýär. Absissa(x) okunyň

ugry hökmünde göni, tangensiň ugruny, emma ordinatalar oky(y) hökmünde bolsa radiusyň çyzyklaryny almak bolar.

Egriniň üstünde PK2-niň ýagdaýyny kesgitleýän ululyklar bolup x_1 we y_1 bahalar durýar. Olaryň bahalaryny tapmak üçin, ilki bilen kömekçi γ burçy, ol bolsa $s_1=6,84\text{ m}$ dugany, şu 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

$$x_1 = R \cdot \sin \gamma_1,$$

$$y_1 = R - R \cdot \cos \gamma_1 = R (1 - \cos \gamma_1) = 2 \cdot R \cdot \sin^2(\gamma_1/2).$$

PK3 egriniň üstündäki ýagdaýyny hasaplamak üçin PK2 koordinatlaryny hasaplaýarys. PK4 hasaplamak üçin PK3 koordinatlaryny we ş.m, ulanmak bolar.

Egriniň üstüne geçirilen piketli nokatlar niwelirlenilýär we tangensiň üstünde ýerleşen piketler bilen baglanyşdyrylýar.

Eger-de niwelirlenilýän trassanyň iki gapdalynyň relýefi deň bolmasa, onda uzynlygy her tarapa 10-50 metre çenli bolan keselikleri niwelirlemegi hem alyp barýarlar.

Piketleri bölmek bilen birlikde, ýeriň üstüniň zolagynyň (trassanyň boýuna) gözçeni surata almagy geçirilýär. Şurata almak zolagyň takmyny iki tarapyna hem 30-40 m inilikde alynýar.

Ähli ölçegleriň ýazgysy, piketaž žurnalynda(8.18-nji surat) millimetr kagy-zyndan ýasalan depderde alnyp barylýar. Žurnalyň her bir sahypasynyň takmyny ortasyndan, göni çyzyk geçirip(niwelirlenilýän tarassanyň okuny), bu gönüde ähli piketleri aralyk nokatlary we trassanyň öwrüm nokatlary şertli görkezilýär. Gözçeni surata almagyň netijesinde alnan sudur elementleri, şertli topografiki belgileri bilen bezelip galamda(tuşda) çyzylýar.

8. 9. Keselikleri surata almak

Keselikleri surata almaklygy: ýerdäki toprak işlerini, ýeriň üstünde bentleri teswirlemek we üstki suw akymalarynyň ulgamyny döretmekde, şeýle hem gurluşuk üçin işçi resminamalary taýýarlamak

maksadynda geçirilýär. Kese-likleri geometriki niwelirlemegiň usullary ýa-da trigonometriki niwelirlemegiň üsti bilen geçirýärler.

Geometriki niwelirlemegiň usullary bilen keselikleri surata almakda, awto-mobil ýolunyň piketažyny bölmek bilen birlikde, her bir piketde we goşmaça nokatlara, şeýle hem relýefiň häsiýetli nokatlaryndaky keselikleri bölmekligi geçirýäris. Ýoluň göni çyzykly ýerlerinde keselikleri, trassanyň okuna perpendi-kulýar edip, emma egri çyzykly ýerlerinde bolsa egriniň radiusy boýunça böl-ýärler. Keselikleriň häsiýetli nokatlaryny gazyklar bilen, oňa bolsa trassanyň oky boýunça aralygy ýazylýar. Keselikleriň uzynlygy, ýer götermesiniň elementleriniň ählisiniň ýerleşer ýaly derejesinde alýarlar. Soňra keselikleriň nokatlaryny geometriki niwelirleýäris. Hasaplary, reýkanyň diňe gara tarapyn-dan alýarys.

Uly kese eňňitli ýerlerde, bir stansiýadan ähli nokatlarda goýulan reýkalardan hasaby almak mümkinçiligi bolmaýar. Bu ýagdaýda niwelirlemegi birnäçe stansiýalary almak, şeýle hem alnan stansiýalary trassanyň esasy nokadyna bag-lanyşdyrmak bilen geçirilýär.

Kiçi göwrümli teodolitleriň(*T60, 2T30, 2T30II* we ş.m.) önümçilikde ulanylyp başlanylmagy, keselikleriň beýikliklerini trigonometriki niwelirlemegiň köme-ginde bilen surata almaklyk başlanyldy. Onuň üçin teodolidi degişli piketiň ýa-da goşmaça nokadyň üstünde goýýarys. Trassanyň haýsy hem bolsa bir tarapyn-dan **90°-lyk** burçy alýarys we relýefiň häsiýetli nokatlaryndan surata almak işine girişýäris, soňra beýleki stansiýalara geçýäris.

Keselikleri trigonometriki niwelirlemegiň kömegi bilen niwelirmek, az işi talap edýär, şeýle hem ol has öndürijiliklidir, ýagny keselikleri önünden ýeriň üstünde bölmeklik gerek bolmaýar. Bir stansiýadan islendik görnüşli eňňitlikde, ýer üstüniň köp bölegini surata almak mümkinçiligi bolýar.

8.10. Geometriki niwelirlemegiň maglumatlaryny hasaplamak

Islendik ölçegdäki ýaly, niwelirmekde hem döran dürli sebäpleriň netije-sinde goýberilen ýalňyşlyklar emele gelýär. Emma, bu ýalňyşlyklarynyň belle-nen çäkli sandan geçmezligi gerekdir,

çünkü niwelirlenmegiň netijesi barlanyp görülyär. Niwelirlenmegiň netijesiniň dogrulygy, her bir stansiýada poligony (ýörelgäni) niwelirläp bolandan soňra barlanyp görülyär. Ähli alnan hasaplar geomet-riki niwelirlenmegiň žurnalyna ýazylyär(8.2-nji tablisa).

Niwelirlenmekde iki taraply reýka işledilse, her bir duralgada(stansiýada) niwelirlenmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we niwelirlenmegiň netijeleri barlanylýar:

- yzdaky reýkanyň gara tarapyndan hasap(a_1) alynýar;
- öňdäki reýkanyň gara tarapyndan gara hasap(b_1) alynýar;
- yzdaky reýkanyň gyzyly tarapyndan hasap(a_2) alynýar;
- öňdäki reýkanyň gyzyly tarapyndan hasap(b_2) alynýar;
- nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni şu aşakdaky ýaly iki gezek hasapla-ýarys:

$$h_1 = a_1 - b_1 \text{ we } h_2 = a_2 - b_2.$$

Niwelirlenmekde ýalňyşlyk goýberilýän çäkten uly bolsa, ýagny nokatlaryň arasyndaky iki gezek ölçenen beýgelmäniň nazaryýeti jehtden $h_1=h_2$ bir-birine deň ýa-da olaryň tapawudy ulanylan guralyň ölçeg takyklygyndan geçmeli däldir. Tehniki takykly niwelirlenmek üçin ± 5 mm-den uly bolmaly däldir. Iki taraply reýkalar işledilende, reýkany her gezek goýmakda, gyzyly we gara taraplardan alnan hasaplaryň tapawudy, reýkanyň gyzyly tarapynyň başlangyç hasabyndan ± 5 mm-den köp bolmaly däldir(4684 ± 5 mm, 4784 ± 5 mm, 4700 ± 5 mm, 4800 ± 5 mm we ş.m.). Niwelirlenmekde bir taraply reýka işledilse, her bir stansiýada niwelirlenmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we ölçegiň netijeleri barlanylýar.

- yzdaky reýkadan hasap(a_1) alynýar;
- öňdäki reýkadan hasap(b_1) alynýar;
- guralyň garizontyny takmynan 10-15 sm göterýäris ýa-da düşürýäris;
- yzdaky reýkadan hasap(a_2) alýarys;
- öňdäki reýkadan hasap(b_2) alýarys;
- nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni iki gezek hasaplap çykarýarys. Hasaplamagy şu aşakdaky tertipde geçirýäris:

$$h_1 = a_1 - b_1 \text{ we } h_2 = a_2 - b_2.$$

Bu ýagdaýda hem iki gezek hasaplanan beýgelemeler bir-birine deň ýa-da olaryň tapawudy ulanylýan guralyň ölçýjilik takyklygyndan geçmezligi gerekdir.

Niwelirmekde bir taraply ýa-da iki taraply reýka işledilenden hem tapytan ýalňyşlygyň netijesi her bir duralgada iki gezek tapytan beýgelmäniň bir-birine deň bolmazlygy mümkindir. Tapytan beýgelmeleriň arasyndaky tapawut ýol be-rylýän çäkden geçmezligi hökmany şertdir. Niwlerlemekde ýol berilýän çäkli ýalňyşlyklaryň mukdary, mahsus görkezmelerde (instruksiýalarda) berilýär. Me-selem, IV klas niwelirmekde, iki nokadyň arasyndaky ölçegiň netijeleri bir-birinden **±5 mm-den** kiçi ýa-da bahalar deň bolsa, belli stansiýada niwelirmek dogry geçirilen hasaplanylýar. Eger-de tapawut **±5 mm-den** uly bolsa, onda niwelirmegiň netijesi kanagatlanarsyz hasaplanylýp, iş täzeden geçirilýär.

Poligonyň ýa-da iki nokadyň arasyndaky çyzygy niwelirmekde uly ýalňyşlyklara ýol bermezlik we niwelirmegiň netijelerini barlap barmak maksadynda işler şu aşakdaky tertipde alnyp barylýar:

1) *Göni we ters ýörelgede (ugurda) niwelirmek.* Bu usul, aýratyn hem niwelirlenilýän aralygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri belli bolmadyk ýagdaýynda, ýagny soňraky niwelirmegiň netijelerini barlamak üçin geçirilýär. Bu usulda beýgelmäniň kesgitlenýän iki nokadynyň aralygyny, iki gezek: göni we ters ýörelgede niwelirleýärler. Ondan alnan netijeleriň algebraik jeminiň, gapma-garşy bahaly we bir-birine deň bolmagy hökmany şertdir.

$$\sum_{i=1}^n h_{goni} = \sum_{i=1}^n h_{ters}.$$

2) *Iki gural bilen yzma-yz niwelirmek.* Bu ýagdaýda gural bilen ölçenen beýgelmeleriň jemi, nokatlaryň arasyndaky ikinji gural bilen niwelirmegiň netijesindeki beýgelmeleriň jemine deň gelmegi hökmanydyr. Bu aňlatmany şu aşakdaky ýaly görkezmek bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_1 = \sum_{i=1}^n h_2.$$

3) *Ýapyk ýörelge(poligon) boýunça niwelirmek.* Bu ýagdaýda niwelirmek, poligonyň haýsy hem bolsa absolyt beýikligi belli bolan nokadyndan başlap ýene-de şu nokada gelinýär. Niwelirmegiň netijesi, ýagny beýgelmeleriň jemi-niň 0(nula) deň bolmagy hökmanydyr. Bu aňlatma şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$\sum_{i=1}^n h_{olcenen} = 0$$

4) *Absolyt beýikligi belli bolan iki nokadyň aralygyny niwelirmek.* Bu ýagdaýda alnan beýgelmeleriň jemi iki nokadyň beýiklikleriniň tapawudyna deň bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_{bolmaly} = H_{ahyr} - H_{baslan}.$$

Iş wagty emele gelýän uly ýalňyşlyga ýol bermezlik üçin, niwelirmegiň netijesini baralamak hökmanydyr. Niwelirmegiň netijesinde, alnan bahadan, nazary bahany(teoretiki) aýyrsak, niwelirmekdäki ýalňyşlyk gelip çykýar. Ýapyk poligony niwelirmegiň netijesinde, beýikligi belli bolan nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleriň jemi nula deň däl-de, nähilidir, başga bir sana deň bolýar. Ine şu baha, ýapyk ýörelgäni niwelirmekde alnan ýalňyşlyk diýilýär. Niwelirmekde tapylan ýalňyşlygyň, bolmaly ýalňyşlykdan uly bolmazlygy hökmany şert hasaplanylýar.

Ýalňyşlyklaryň nazaryýetine görä, orta kwadrat ýalňyşlygyň mukdary, aýratyn hem ikeldilen bahasy **çäkli ýalňyşlyk** diýlip atlandyrylýar we şu aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$\Delta h_{\text{çäkli}} = 2 \cdot m.$$

Her bir stansiýadaky beýgelmäni kesgitlemekdäki orta kwadrat ýalňyşlyk yzdaky we öňdäki reýkalardan hasaplary almakda emele gelen ýalňyşlyklaryň jeminden ybarat bolup, aşakdaky formulanyň kömeginde tapylýar:

$$m_{orta} = \pm m_p \cdot \sqrt{2}.$$

Bu ýerde m_p -reýkadan hasap almakda orta kwadrat ýalňyşlyk.

1 km aralygy niwelirmekdäki orta kwadrat ýalňyşlyk şu aralykda birnäçe duralgalar(stansiýalar) boýunça beýgelmeleri

ölçemeginiň ýalňyşlyklarynyň je-minden ybaratdyr. Eger-de 1 km aralygy niwelirlemekde 10 sany stansiýa bar diýip piker edilse, onda 1 km aralygy niwelirlemek üçin orta kwadrat ýalňyşlyk:

$$m_{km} = \pm m_{dur} \cdot \sqrt{10}$$

bolýar. Niwelirlenen aralyk 1 km -den uzyn bolsa, niwelirlemeginiň netijesinde alnan beýgelmeleriň çäkli ýalňyşlygy, aşakdaky formulanyň kömeginde tapyl-ýar:

$$\Delta h_{cakli} = 2 \cdot m_{dur} \cdot \sqrt{n}.$$

Bu ýerde m_{dur} -her bir stansiýada niwelirlemeginiň orta kwadrat ýalňyşlygy; n -niwelirlemekdäki duralgalaryň sany. 50 km aralyga çenli ýörelgäni niwelirlemekdäki çäkli ýalňyşlyk, şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta h_{cakli} = \pm 2 \cdot m_{km} \cdot \sqrt{L}.$$

Bu ýerde m_{km} -bir kilometr aralygy niwelirlemeginiň orta kwadrat ýalňyşlygy; L -niwelirlenen ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

8.11. Ýoluň(trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak

Geometriki niwelirlemeginiň netijelerine we piketaž žurnalynyň maglumat-laryna esaslanyp ýol trassasynyň uzaboýuna profilini gurmak bolar. Niwelir ýörelgesi berlen reperleriň arasynda ýa-da haýsy hem bolsa bir reperden başlap, ýene-de şol repere gaýdyp gelmeklik bilen geçirilýär. **Reper** - ýeriň üstünde beýikligi, ýagny şu çäk üçin kabul edilen urowen üstünden beýikligi belli bolan we ýeriň üstünde mahsus geodeziki belgiler bilen berkidilen nokatdyr. Olaryň beýikligi Baltika sistemasyndan ýa-da haýsy hem bolsa şertli üstden hasaplanyp bilner.

Bu iş aşakdaky döwürlerden: geometriki niwelirlemeginiň žurnalyny hasapla-mak we berlen ýer üstüniň profilini gurmak ýaly işlerden durýar. Profiliň masştablaryny gorizental ugurda $1/2000$ we wertikal ugurda bolsa $1/200$ almaly.

Geometriki niwelirlemeginiň žurnalyny işlemek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär(8.6-njy tablisa):

1. Geometriki niwelirlemegiň žurnalynda alnan hasaplaryň dogrulygyny barlamak maksadynda, reýkanyň gyzyly tarapyň başlangyç hasabyny, yzdaky we öňdäki nokatlar üçin (yzky $k = a - b$ we öňdäki $m = a' - b'$ reýkalar boýunça) kesgitleýäris. Alnan netijeleri žurnalyň 3-nji we 4-nji sütünlerinde, hasaplaryň aşagyna ýazýarys.

2. Baglanyşykly nokatlaryň arasyndaky ikeldilen beýgelmeleri(h) şu aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$h = a - b; \quad h' = a' - b'$$

Bu ýerde a we b -yzdaky we öňdäki reýkalaryň gara tarapyndan alnan hasaplar, mm-de; a' we b' -yzdaky we öňdäki reýkalaryň gyzyly tarapyndan alnan hasaplar, mm-de; h we h' -nokatlaryň arasyndaky beýgelmeler, mm-de.

Berlen nokatlaryň arasyndaky ikeldilen beýgelemeleriň arasyndaky tapawut ± 5 mm çäkli bahadan geçmezligi hökmanydyr. Alnan netijeleri žurnalyň 6-njy sütünine ýazýarys.

3. Sahypa barlagyny her bir dolan sahypa görä geçirýäris. Onuň üçin ähli yzdaky we öňdäki piketlerden alnan gara we gyzyly hasaplar jemleýäris we şu 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 $\sum(a + a')$ -yzdaky reýkadan alnan hasaplaryň jemi, mm-de; $\sum(b + b')$ -öňdäki reýkadan alnan hasaplaryň jemi, mm-de.

Biziň mysalymyzda netije şu aşakdaky ýaly bolar:

$$\sum(a + a') = 60223 \text{ mm we } \sum(b + b') = 43753 \text{ mm.}$$

Onda formula goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:

$$60223 - 43753 = 16470 \text{ mm.}$$

Ikeldilen beýgelmeleri žurnal boýunça jemleýäris we şu aşakdaky netijäni alýarys:

$$\sum_{i=1}^n 2h_{hasap} = 16470 \text{ mm.}$$

Diýmek hasaplanan ikeldilen beýgelmeleriň we reýkadan alnan hasaplaryň **jemleri bir-birine deň** bolmagy, hasaplamanyň dogry geçirilenligini görkezýär.

4. Sahypa barlagyny geçirenden soňra, orta beýgelmeleri her bir stansiýa bo-ýunça geçirýäris. Ony geçirmek üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

$$h_{orta} = \frac{h + h'}{2}.$$

Orta beýgelmeleri žurnalyň 7-nji sütünine ýazýarys.

5. Hasaplanylýan beýgelmeleri berkitmek işine girişýäris. Bu işi geçirmek üçin ýörelgede goýberlen ýalňyşlygy hasaplaýarys. Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda beýgelmeleriň jemi şu aşakdaky baha deň bolmalydyr:

$$\sum_{i=1}^n h_{orta} = 0 \neq f_h.$$

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda şu aşakdaky formulany ulanmak bilen ýörelgede goýberlen ýalňyşlygy kesgitlemek bolar:

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_{orta} - \sum_{i=1}^n h_{bolmaly}.$$

Bu ýerde

$$\sum_{i=1}^n h_{bolmaly} = H_{ahyrky} - H_{başlanyc}.$$

Bu ýerde H_{ahyrky} -ahyrky nokadyň beýikligi, m; $H_{başlangyç}$ -başlangyç nokadyň beýikligi, m.

Biziň mysalymyzda ýalňyşlyk şu aşakdaky baha deň bolar:

$$f_h = +8,235 - (123,689 - 115,445) = +8,235 - 8,244 = -9 \text{ mm}$$

6. Tapylyan ýalňyşlygyň dogrulygyny barlamak maksadynda goýberlen ýal-ňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Tehniki niwelirmek üçin goýberlen ýal-ňyşlygyň mikdary şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{hgoyber} = (\pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L}) \text{ mm}.$$

Bu ýerde L -ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy. Biziň mysalymyzda $L=400$ m ýa-da 0,4 km baha deňdir, onda formula goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:

$$f_{hgoyber} = \pm 50mm \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ mm.}$$

Şert boýunça bu baha edilýän talaby doly kanagatlandyryýar we şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$f_h \leq f_{hgoyberlen}, \text{ onda } 9 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$$

7. Tapylan ýalňyşlygy, ýörelgedäki her bir duralganyň orta beýgelmesine ters alamaty bilen paýlaýarys. Paýlanan ýalňyşlygyň jemi ters alamaty bilen tapylan ýalňyşlyga deň bolmalydyr ($+9 \text{ mm} = -9 \text{ mm}$). Paýlanan ýalňyşlyklary hasaba almak bilen orta beýgelmeleri düzedýäris we düzedilen beýgelmeleri ($h_{düzedilen}$), žurnalyň 8-nji sütünini alarys.

8. Baglanyşdyryýan nokatlaryň beýikligini şu aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplaýarys:

$$H_n = H_{n-1} \pm h_{düzedilen}.$$

Bu ýerde H_n -hasaplanýan nokadyň beýikligi, m; H_{n-1} -başlangyç nokadyň, ýa-da reperiniň beýikligi, m.

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda başlangyç nokadyň beýikliginden(reperden) hasaplamany başlamak bilen ahyrky nokatda(reperde) bolsa ony gutarýarys.

Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda başlangyç nokatdan (reperden) hasaplamany başlap, ýene-de şol nokatda ony gutarýarys. Bu bolsa geçirilen hasaplamalaryň dogry geçirilenligini barlamaga esas döredýär.

9. Aralyk nokatlarynyň beýikligini hasaplamak üçin guralyň gorizontyny hasaplamak gerekdir. Guralyň gorizonty şu aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar (13.20-nji surat):

$$GG = H_{baş.piket} + a \text{ ýa-da } GG = H_{ahyr.pik.} + b.$$

Bu ýerde $H_{baş.piket}$ -aralyk nokadyň ýerleşen piketiniň başlangyç nokadynyň beýikligi, m; $H_{ahyr.pik.}$ -aralyk nokadynyň ýerleşen piketiniň ahyrky nokadynyň beýikligi, m; a -başlangyç nokatdan alnan gara hasap, m; b -ahyryky nokatdan alnan gara hasap, m;

1-nji mysal. 2-nji stansiýadaky aralyk nokatlarynyň beýikligini hasaplamak maksadynda guralyň gorizontyny tapalyň. Onuň beýikligini şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$GG = 114,995 + 1,956 = 116,951 \text{ m. ýa-da}$$

$$GG' = 116,773 + 0,180 = 116,953 \text{ m.}$$

Hasaplanan gurallaryň gorizonty, başlangyç we ahyrky nokatlarda(piketlerde) takmynan bir-birine deň. Olaryň arasyndaky tapawut($\Delta = GG - GG'$), tehniki niwelirlemegi üçin ± 5 mm-den köp bolmaly däl. Biziň mysalymyzda bu tapawut -2 mm($116,951 - 116,953 = -2$ mm) baha deňdir. Bu bahalaryň orta arifmetiki bahasyny tapalyň, ol $GG_{orta} = 116,952$ m bolar.

10. Guralyň gorizontynyň(GG) üsti bilen aralyk nokatlaryň beýikligi şu aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$H_{aralyk} = GG_{orta} - b.$$

Bu ýerde d -aralyk nokatlardan alnan hasaplar, m.

2-nji mysal. 2-nji stansiýadaky aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplalyň. Olaryň beýikligi şu 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 žurnalyny hasaplardan soňra, profili gurmak işine girişýäris. Profili millimetre bölünen kagyza gurmak has-da amatlydyr. Bu kagyz ölçeýji gurallary 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;

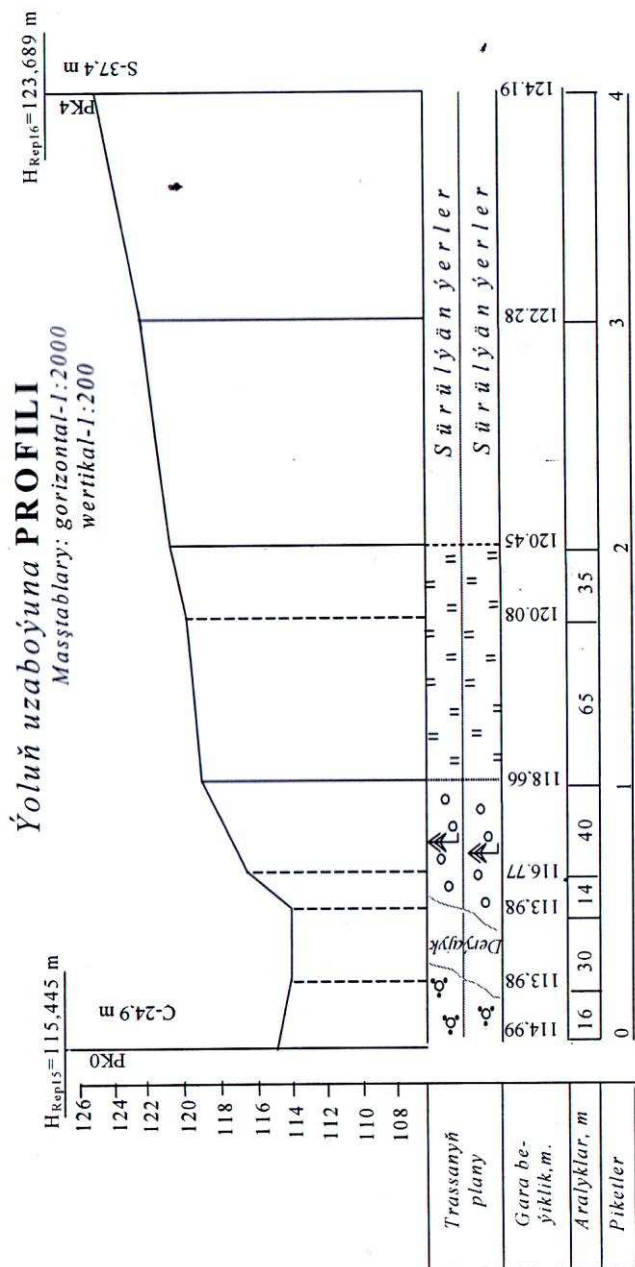
2-nji hatar-“Nokatlaryň we piketleriň beýikligi”-1,5 sm;

3-nji hatar-“Nokatlaryň we piketleriň uzynlygy”-1 sm;

4-nji hatar-“Nokatlaryň we piketleriň tertibi”-1 sm.

“Trassanyň plany” hataryny piketaž žurnalynyň esasynda, degişli şertli belgi-leri bilen geçirýäris.

Profili gurmaga başlamazdan önürti, onuň torunda geometriki niwelirlemegiň žurnalynyň neyijesinde 2-nji we 3-nji hatarlary doldurýarys. Nokatlaryň we piketleriň beýikligini $0,01$ m takyklykda tegelemek bilen ýazýarys(8.15-nji surat).



8.15-nji surat.

Profili gurmak üçin şertli gorizontynyň beýikligini saýlap alalyň. Şertli üstüň beýikligi, nokatlaryň we piketleriň beýikligine baglylykda alynýar. Berlen noka-dyň ýa-da piketiň profildäki ýagdaýy, şertli üstden ýokarda ýerleşmelidir. Onda geometriki žurnaldaky nokatlaryň we piketleriniň beýiklikleriň arasynda iň kiçi beýiklikli nokady tapalyň, ol $H_{min}=113,98\text{ m}$ baha deňdir. Şu beýiklikden ugur almak bilen profiliň şertli üstüniň beýikligini $H_{şertli}=106\text{ m}$ -e deň diýip alalyň. Şertli üstden ýokarda, profiliň wertikal masştabyny alyp goýalyň. Şu ugurda $108, 110, 112, \dots 126\text{ m}$ -e deň bolan aralyklary alalyň. Profilde iň uly beýiklikli nokat(piket) $H_{max}=124,19\text{ m}$ bahasy bilen $PK4$ piket alýar. Bu bolsa profiliň wertikal masştabynyň 126 metrlik baha bilen guratýandygyny görkezýär.

Nokatlaryň we piketleriň profildäki ýagdaýyny, olaryň 2-nji hatardaky beýikligi bilen wertikal masştabdaky şu beýiklige deň bolan bahanyň kesişýän yerinden almak bolar. Meselem, 2-nji hatardaky $H_{PK0}=114,99\text{ metrlik}$ baha bilen, wertikal masştabdaky $115,00\text{ metrlik}$ beýikligiň kesişmegi netijesinde $PK0$ piketiň profildäki ýagdaýyny alarys. Şular ýaly tertipde profildäki ähli nokatlary geçirenden soňra, şu nokatlary yzygiderlikde bir-biri bilen birleşdirýäris we berlen çyzygyň uzaboýuna profilini alarys.

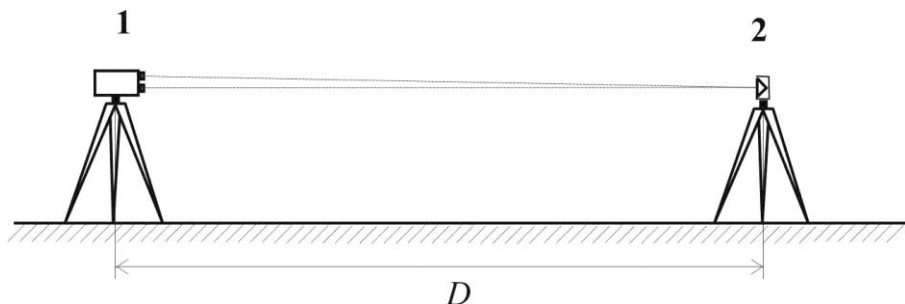
Alnan profili degişli şertli belgileriň esasynda, olary pfofilde görkezmeklik bilen çyzýarlar. Trassanyň *okuny-gyzyl*, yer üstüniň *gidrografiýasyny-gök* we **ş.m. reňkler** bilen çyzýarlar (8.15-nji surat).

IX. TOPOGRAFIKI SURATA ALMAK WE PLANY GURMAK

9.1. Ýagtylyk uzakölçeýjileri

Ýagtylyk uzakölçeýjisi - bu ýagtylyk signalynyň wagt boýunça geçen aralygyny ölçeýji geodeziki guraldyr.

Ýagtylyk uzakölçeýjiniň toplumyna goýberiji (peredatçik) we kabul ediji (priýomnik) hem-de serpikdiriji girýär. Priýomperedatçigi (1) ştatiwň üstünde ölçenýän çyzygyň başynda goýýarlar (9.1-nji surat), emma serpikdirijini (2) ýörite çelgide ýa-da ony hem ştatiwde, çyzygyň beýleki ahyrynda ýerleşdirýäris.



9.1-nji surat. Ýagtylyk uzakölçeýjisi bilen aralygy ölçemek.

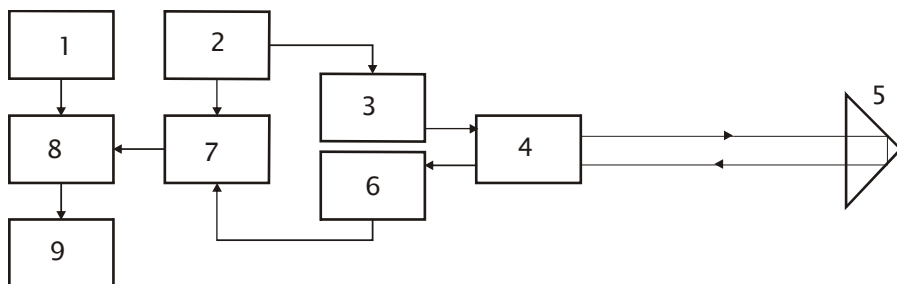
Priýomperedatçik ýagtylyk signalyny şöhlelendirýär, ony serpikdirijiden yzyna gaýdyp gelende kabul edip alýar. Şöhlenenenden soňra kabul edilýänçä aralykdaky wagty ölçeýär we geçilen aralygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýar:

$$D = \frac{v \cdot t}{2}.$$

Bu ýerde v – ýagtylygyň tizligi (orta şertlerde $v \approx 299710$ km/s).

Wagty t hökmany ýokary takyklyk bilen ölçemek zerurdyr. Onda 1 santimetr aralygy ölçemekde takyklyk wagt birliginde 10^{-10} s

boljakdygyny göz önünde tutmalydyr. Wagty ölçmek fazaly ýa-da impulsly usullar bilen ýerine ýetirilýär.



9.2-nji surat. Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjisiniň shemasy.

Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjilerinde (9.2-nji surat) şöhlelendirmegiň lazer çeşmelerinde (3) impuls generatorynyň (2) täsiri bilen obýektiwiň (4) üsti bilen ýagtylyk impulsy periodiki goýberilýär. Şol bir wagtyň özünde ýokary takykly generatoryň (1) kömegi bilen goşujy, wagtlaýyn impulslaryň (8) hasap mehanizmini (7) goýberýär (işledýär). Serpikdirijiden (5) gaýdan ýagtylyk impulsy üýtgediji gurluşa (6) gelip düşýär. Ol bolsa öz gezeginde goşujynyň (7) üsti bilen geçip hasap mehanizmini (8) saklaýar. Hasap mehamizmi (8) tarapyndan sanalan impulslar geçilen wagta proporsional we şoňa baglylykda hem ölçenilýän aralygy geçýär. Ölçeğiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen çyzyk köp gezek ölçenilýär we netijeler prosessorda (9) anyklaşdyrylýar. Ölçenen aralyk tabloda açup ýanýar.

Ölçenen aralyklarda ýagtylygyň tizligine täsir edýän atmosfera basyşy, temperatura we howanyň çyglylygy bilen baglanyşykly düzedişleri girizýärler. Ýerdäki çyzgyň eňňitligini gorizontaly ýagdaýyna getirmek üçin hem kesgitlenen düzedişleri hasaba almak zerurdyr.

Priýomoperedatçik konstruktiv aýratyn gural görnüşli bolup, ol elektron taheometriň düzümine girýän teodeolit geýdirmesi (насадка) ýa-da blogy bilen bilelikde hem ýasalaýar.

Ýagtylyk uzakölçeýjileri özleriniň maksatlary boýunça döwlet geodeziki torlaryny gurmak, amaly geodeziýanyň, markşeyderiýanyň we topografiki surata almalary üçin niýetlenen görnüşleri hem bardyr.

Topografiki uzakölçeýjileriň takyklygy 2 - 3 santimetre, emma amaly geodeziýada ulanylýanlaryň takyklygy 2-3 millimetre barabardyr.

Serpikdirijiler prizmaly we plýonka görnüşli bolýarlar (6.2-nji b surat). Prizmaly serpikdirijiniň esasy elementi bolup aýna tripelpriзма bardyr. Tripelpriзма ýagtylyk şöhlelerini nireden gelen bolsa, şol ugra serpikdirýär. Ölçeğiň uzynlygyny ýokarlandyrmak üçin köpprizmaly serpikdirijiler ulanylýar.

Plýonkaly serpikdirijiler ýagtylygy **1 x 1 sm** we ondan uly ölçegdäki plastik plýonkasýndan yzyna serpikdirýär. Plýonka ştrihler (meselem, wertikal we gorizantal) geçirilendir. Plýonkaly serpikdirijiler bilen çyzyklaryň uzynlygyny prizmaly usuly bilen deňeşdireniňde pesdir. Emma plýonkaly serpikdirijiler prizmalyny goýup bolmaýan ýerlerde, meselem, binanyň (gurluşyň) gerek bolan ýerine ýelmemek bilen berkitmek bolar. Ondan daşary hem plýonkaly serpikdirijiler prizmala seredende has arzandyr. Burç ölçeglerini ýerine ýetirmekde serpikdirijidäki ştrihleriň merkezi wizirlemek maksady bilen ulanylýar.

Ýeriň üstündäki predmetden signaly diffuzly serpikdirmegi ulanýan we serpikdirijini talap etmeýän ýagtylyk uzakölçeýjileri geodeziýanyň önümçiliginde bardyr. Şular ýaly uzakölçeýjileri hökmünde “*lazer ruletkalary*” durýar. Olaryň mysaly hökmünde **Disto** firmasynyň **Leica** (Şweýsariýa) guralyny görkezmek bolar. Guraly ştatiwsiz ulanýarlar, serpikdiriji hökmünde adamyň eli ulanylýar. Ýagtylyk şöhlesini gerek bolan obýekte seretdirýärler we guralyň şkalasynda 200 metre çenli aralygy 1.5 mm takyklykda alýarlar

9.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje

Taheomeriki plany almak diýende, ýeriň üstünde gorizantal we wertikal planyny stansiýada bir gezek duranda almaklyga düşünnilýär. “*Teheometr*” sözüniň gelip çykyşy grek sözi bolup, ol

türkmen diline “*Çalt ýa-da tiz ölçýäriň*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Taheometrli plany almagyň netjesinde, ýer üstüniň sudurlary we relýefi teswirlenen topografiki plany ýa-da kartasy emele gelýär.

Taheometriki planlar aýratyn hem *1:1000*, *1:2000*, *1:2500* we *1:5000* mas-ştablarda alynýar. Plany almagyň bu usuly köplenç çylşyrymly relýefi bolma-dyk, kiçi ýer üstüniň, şeýle hem çyzyk görnüşli uzalyp giden gurluşlaryň(bi-nalaryň), meselem, ýollaryň, elektrik we telefon çyzyklarynyň, nebit, gaz, suw we başga turbaly geçirijileriň we ş.m. tuzalýan binalarynyň planyny almakda ulanylýar.

Taheometrli plany almakda guralyň goýulan nokadynda (stansiýada) durup, ýerdäki birnäçe nokada ornaşdyrylan peýkalara seredilýär we şu nokatlara çenli aralyk, onuň oriýentirleniş burçy hem-de nokatlaryň bir-birine baglylykda beýgelmesi we beýikligi kesgitlenilýär. Şulara esaslanyp, ýerdäki nokadyň üç sany koordinatasy stansiýa baglylykda nokatlaryň planly(x , y) we beýiklik (H) ýagdaýy kesgitlenilýär.

Plan almagyň bu usulynda gorizontal we wertikal burçlary, taheometr, stan-siýasyndan we reýkaly nokatlara çenli aralyklar-optiki, sapakly uzaklyk ölçýjiniň kömeginde ölçenilýär. Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler bolsa, triganimetriki niwelirlemegiň netjesinde kesgitlenilýär. Taheometriki plany almakdaky taýýarlyk işleri edil teodolit bilen plany almakdaky ýalydyr. Ýerde ýerine ýetirilýän işler: plany alynýan ýeri rekognessirowka etmek, plan almagyň torlarynyň punktlarynyň ýagdaýlaryny ýerde belgilemek, plany almagyň torlaryny döretmek, ýer üstüniň suduryny we relýefini plana düşürmek hem-de plany almagyň netjesini ýerde barlamakdan ybarat. Ýerde ýerine ýetirilýän ölçegleriň netijelerini(žurnallary, ýazgylary) barlamak, punktlaryň koordinatla-ryny, beýikliklerini we plany düzmek otag şertlerinde geçirilýär.

9.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar

Taheometriki plany almakda aýratyn teodolit-taheometriki reýkalary, topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçýjileri işledilýär.

Burçlary ölçeýji gurallar teodolit-taheometr, taheometr - awtomat we elektronly taheometr ýaly görnüşle-rinde bolýarlar. Gaýtalanýan taheometriň wertikal tegelegiň alidadasyna urowen ornaşdyrylan hem-de optiki uzaklyk ölçeýji, bussol bilen üpjün edilen teodolittir. Teodolit-taheometrlere mysal bolup: *2T30*, *2T30II*, *2T5*, *2T5KII*, *TOM*, *OTM30*, *TT4* we başga teodolitleri görkezmek bolar. Taheometriki ýörelgeleri geçirmekde aralygy ölçemek üçin teodolit-taheometrleriň görüş trubasyna dürli görnüşli uzaklyk ölçeýji gurallary geýdirilýär.

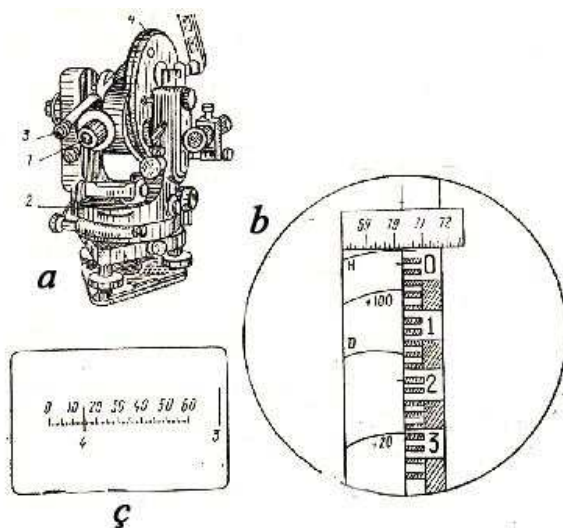
Taheometriki plany almakda soňky ýyllarda awtomat-teheometrleri hem-de elektronly taheometrleri giňden ulanylýar. Häzirki wagtda, aýratyn hem elektronly-taheometrleriň *EHM*-lary bilen birleşdirilmegi, ýer üstüniň sanly kartalaryny döretmegiň ýeterlik esasyňy dörettdi. Taheometriki surata almagyň ýörelgeleriniň analitiki esaslaryny döretmekde, *GPS* diýilýän, ýeriň daşyndan aýlanýan 28-30 *sany* geodeziki emeli hemralarynyň goýberýän signallarynyň esasynda, guralyň duran nokatlarynyň gönüburçly koordinatларыny kesgitleýän guraly bilen birleşdirilmegi, geodeziýa ylmyňnyň ösmegini güýçli depginde artdyrdy.

Awtomat-taheometrlere öňki SSSR-de işlenilip çykarylan **TA-2**, öňki **GDR-de** işlenilip çykarylan “*Delt*” we “*Redt*” taheometrlerini mysal edip görkezmek bolar. Elektronly taheometrlerinde ähli geçirilýän ölçegler awtomatiki usulda alnyp barylýar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we beýiklikleri bilelikdäki mikrokompýuteriň kömegi bilen kesgitlemek has hem amatlydyr.

TA-2 tipdäki awtomat taheometri görüş turbasynyň okulýarynyň(1) ýanyndaky gorizont tegelekden(2) hasap alar ýaly şkalasyny mikroskopyň okulýary(3) ornaşdyrylan, ondan seredeninde gorizont tegelegiň limbi we hasaby almagyň bölek bahasy görünýär (9.3-nji surat). Limbiň bölek bahasy 1° , hasaply böleginiňki bolsa $1'$ bahany alýar. Ondan göz çeni bilen çemeleşip **0,1'-a** çenli takyklykda hasap almak bolar, meselem, suratdaky hasap **4°14,5'** bolar.

Awtomat-taheometriň wertikal tegelegi(4), limbi çüýşeden ýasalan tegelege **10'-dan** araladyp, burçuň bahalary hem-de raýka seredip, nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we aralyklary ölçemek

maksadynda hyzmat edýän diagramma çyzylandyr (8.3-nji surat). Diagrammada esasy egri çyzyk(**H**), aralygyň gorizont kesiminiň proyeksiýasyny kesgitleýän egri çyzyk(**d**) hem-de beýgelmäni ölçeýän alty sany egri çyzykdan ybarat. Beýgelmäni ölçemegiň egri çyzyklaryň koeffisiýentleri ± 10 , ± 20 we ± 100 sanlar bolup durýar. Diagrammany vertikal tegelegiň çep tegeleginde bolan ýagdaýynda görmek bolar. Vertikal tegelegiň bölekleri we diagrammany egri çyzyklarynyň reswiri, linza we linzaly prizma ulgamlary arkaly görüş turbasyna geçirilýär we okulýardan seredende kümüş reňki berlen Γ şekili görünýär.



9.3-nji surat.

Birnäçe çyzygyň gorizont proyeksiýalaryny we beýgelmelerini ölçemek maksadynda **TA-2** teheometri çyzygyň başlangyç nokadyna, reýka bolsa ahyrky nokada ornaşdyrylýar. Görüş turba reýka nyşanalanylýar, soňra reýka okulýar-dan görünýän Γ sypatly şekiliň sag tarapyna dogurlanylýar. Reýkanyň nul sany guralyň beýikligine göterilip, diagrammanyň esasy egri çyzygy(**H**), reýkanyň nul sanyna göterilýär. Aralygyň gorizont egriniň garşysyndan, reýkanyň sanly böleginden hasap alynýar. Bu hasaby

egri çyzygyň koeffisiýentine köpeldilip, aralygyň gorizontol proyeksiýasy we nokatlaryň özara beýgelmesi kes-gitlenilýär. Meselem, esasy egri çyzyk(H) bilen aralyk egri çyzygy, D -iň arasyna dogry gelýän reýkanyň bölekleriniň sany $17,3 \text{ sm}$ (14.1-nji ç surat) bolar. Onda çyzygyň gorizontol proyeksiýasy $S = 17,3 \text{ sm} \cdot 100 = 17,3 \text{ m}$ bolar. Esasy egri çyzyk(H) we onuň koeffisiýenti $+20$ bolan beýgelmäniň egri çyzygyna dogry gelýär. Reýkanyň bölekleri(reýkadan alnan hasap boýunça) **32,3 sm** bolsa, onda beýgelme $h=(+20) \cdot 32,3 \text{ sm}=+6,44 \text{ metr}$ bolar. Beýgelmäni esasy egri çyzyk(H) we onuň koeffisiýenti $+100$ bolan egri çyzygynyň arasyna dogry gelýän reýkanyň bölekleri arkaly hem hasaplamak bolar. Meselem, suratda egri çyzyk we onuň koeffisiýenti $+100$ bolan beýgelme egri çyzygynyň aralygyna reýkanyň $6,4 \text{ sm}$ bölegi dogry gelipdir. Onda beýgelme $h=(+100) \cdot 6,4 \text{ sm}=+6,4 \text{ m}$ bolar.

Görüş turbasyndan görünýän Γ sypatly aýnanyň sag tarapyndaky üç sany çyzyk, aralyk ölçýji çyzyklary bolup, koeffisiýenti 100-e deň. Aralygyň optiki sapakly uzaklygy ölçýji çyzyklarynyň kömegi bilen kesgitlenen uzynlygy tapylýar. Suratda sapakly uzaklyk ölçýji bilen ölçenen aralygy $D=19,4 \text{ sm} \cdot 100 = 19,4 \text{ metre}$ deňdir.

Sypatly (Γ) aýnanyň wertikal burçly aýnadaky indekse dogurlanyp, wertikal tegelekden I' -a çenli takyklykda hasap alynýar. 9.3-nji ç suratda wertikal tegelekden alnan hasap $70^\circ 10'$ baha deň. TA-2 taheometrinden wertikal tegelegiň nul ýerini, şu aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplap çykarmak bolar:

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

Wertikal burçy(ν) hasaplamak üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

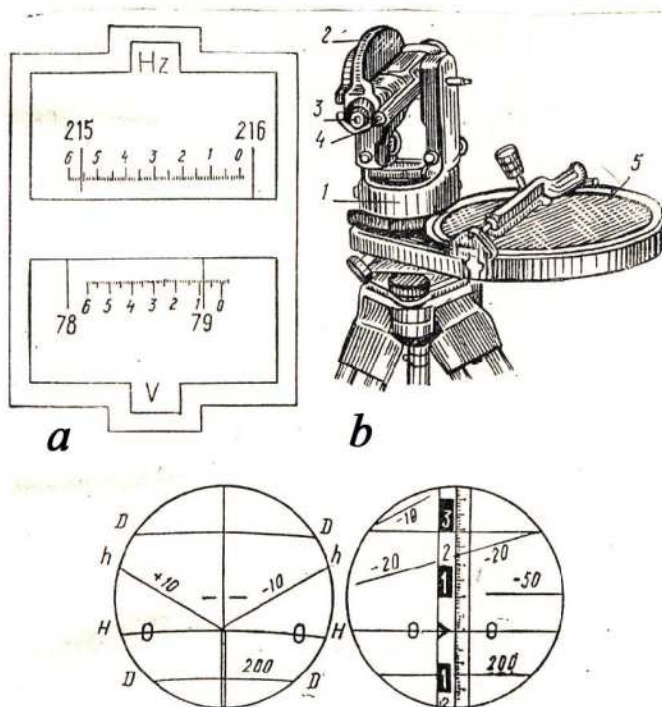
$$\nu = \frac{1}{2} \cdot (R - L - 180^\circ);$$

ýa-da wertikal burçy ölçemek üçin gysgaldylan formulany ulanmak bolar:

$$\nu = NY - L = (R - 180^\circ) - NY.$$

Bu ýerde *R*-teodolit-teheometriň sag tegeleginden alnan hasap, gradusda; *L*-çep tegeleginde alnan hasap, gradusda.

Teodolit-teheometriniň nul ýagdaýynyň 90° -a deň bolmagy gerekdir. Munda wertikal burç $\nu = 90^\circ - L$ bolar. Suratda wertikal burç $\nu = 90^\circ - 70^\circ 10' = +19^\circ 50'$ baha deň bolar.



9.4-nji surat.

TA-2 teheometri bilen işlemegiň netijesini berlamak wagtynda, gorizonta burçy bir usulda $\pm 7''$ ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen, ýapgytlyk burçuny bolsa $\pm 25''$ takyklykda ölçemek mümkin. Bu teodolit bilen aralyklaryň gorizonta proyeksiýalary takmynyn 1:500-1:700 orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçenilýär. Egri çyzygyň koeffisiýenti ± 10 bolanda 50-100 m aralykda beýgelmese göni we ters

ugurda $\pm 1,6$ sm takyklykda, 100-180 m aralykda 2,1 sm, 340 m aralykda bolsa 4 sm takyklykda ölçemek bolar.

“Delt” teheometri wertikal tegelegi optiki mikroskoply teodeolitdir(9.4-nji b surat). Onuň gorizont(1) we wertikal(2) tegeleklerinden hasaplar, görüş turba-synyň(3) ýanyna ornaşdyrylan turba(4) arkaly göz bilen çemeläp **0,1'-a** çenli takyklykda alynýar. 7.4-nji suratda gorizont tegelekden (**H_z**) alnan hasap **215°55,4'**, wertikal tegelekden (**V**) alnan hasap bolsa **79°08,5'** bolar.

Tegelegiň çep tarapyndaky görüş turbasyndan uzaklyk ölçýjisiniň sapaklar tory, esasy egri çyzyk (H) hem-de aralygyň gorizont proyeksiýalaryny ölçemegiň egri çyzygy (D), beýgelmegi ölçemegiň egri çyzyklary görünýär. 8.4-nji d suratda bolsa görüş turbasyny gyýaladyp reýka sereden wagtynda görüş meýdany teswirlenen “Delt” taheometrinde aralygyň gorizont proyeksiýasyny ölçemek, uzaklyk ölçýjiniň koeffisiýenti **200**, egri çyzygynyň (H) ýokarsynda **100**, aşagynda bolsa **200**, beýgelmäni ölçemek maksadynda egri çyzyklaryň koeffisiýentleri **±10, ±20** we **±100** bahalary alýar. Aralygy we beýgelmeleri ölçemekde esasy egri çyzyk (H) reýkanyň nul hasabyna dogurlanylýar. Reýkadan alnan hasaplar, esasy egri çyzyk (H) bilen aralygyň gorizont proyeksiýasyny kesgitlemek we beýgelmäni ölçemegiň egri çyzyklarynyň arasyndaky aralygy görkezýär. 6.3.2-nji g suratda esasy egri çyzyk(H) bilen aralygyň gorizont proyeksiýasyny kesgitlemek, ýokarky egri çyzygyň koeffisiýentiniň 100 bolanlygyndan, çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy $0,292 \cdot 100 = 29,2$ m bolýar. Esasy egri çyzyk bilen aşaky egri çyzygyň arasyndaky hasap $0,146$ m. Bu egri çyzygyň koeffisiýenti 200-e deň, şonuň üçin ölçenilýän çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy $0,146 \cdot 100 = 29,2$ m bolar. Ölçeği barlamak maksadynda, çyzygyň uzynlygyny ikinji gezek ölçýäris. Esasy egri çyzyk(H) bilen beýgelmäni ölçemegiň egri çyzygynyň (-20), wertikal çyzyk bilen reýka-nyň kesişýän ýerinden alnan hasap $0,218$ m baha deň. Şu baha boýunça beýgel-mäni kesgitlesek, onda $h = 0,218 \cdot (-20) = -4,26$ m bolar. Eger-de guralyň beýikligi $i = 1,40$ m bolsa, nokadyň beýgelmesi egri çyzyk boýunça kesgitlenen sana deň bolýar. Guralyň beýikligi reýkanyň nul bahasynda deň bolmasa ýa-da

reýkanyň nul bahasy aşakda bolanlygyndan(ýer üstüniň päsgelçiligi sebäpli) görünmese, esasy egri çyzyk reýkanyň başga bir bahasynda dogurlanylýar. Bu ýagdaýda guralyň beýikligi(i) we esasy egri çyzyk(H), nyşanalanýan reýkanyň beýikligi(v), beýgelmäniň egri çyzygy boýunça kesgitlenen nokatlaryň arasyn-daky beýgelä(h) düzedişler girizilýär. Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = h' + i - v$$

“*Delt*” taheometriniň kömeginde aralyk we beýgelme $TA-2$ taheometriniň takyklygynda kesgitlemek bolar. “*Delt*” taheometrine tegelek görnüşli metal disk-stoljygy(5) ornaşdyrylan bolýar. Diske mahsus kagyz-astrolon goýulýar. Alidada aýlandyrlanda disk bilen birlikde aýlanýar, şol ýagdaýda diskdäki çyzygyç boýunça çyzyk çyzmak we aralygy berlen masştabda kiçeldip surata düşürmek bolar. Diýmek, plan almak wagtynda her bir stansiýada durup alnan sudurlar ýeriň üstünde çyzylyp gidilýär.

“*Redt*” reduksion taheometri goşmaça teswirli uzaklygy ölçeýjisi bar. Bu uzaklyk ölçeýjiniň kömeginde 180 m-e çenli aralygy $1:5000$ otnositel ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Şu guralda mahsus gorizonta reýka goldanylýar. Hasap bölekli mikroskopa seredeniňde gorizonta we wertika tegelekleriň bölekleri hem-de ýapgytlyk burçlaryň tangensi(**tg**) we alynýan hasaply bölek görünýär. Ýapgytlyk burçuň tangensini aralygyň gorizonta proyeksiýasyna köpeltmek ýoly bilen gural ornaşdyrylen nokatda durup, ýerdäki nokadyň beýgelmesi tapylýar. Bu taheometr bilen gorizonta burçlary doly usulda(priýomda) $\pm 5'$, orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Wertika tegelekden $0,2'$ -a çenli takyklykda hasap alynýar. Ýapgytlyk burçy uly bolmadyk 100 m aralykda beýgelmäni ölçemegiň takyklykgy $2-5\text{ sm-e}$ çenli çäkde bolýar.

9.4. Trigonometriki niwelirlemek

Trigonometriki niwelirlemekde beýgelmäni kesgitlemekde berlen çyzygyň ýap-gytlyk burçy we onuň uzynlygyna eseslanýar (9.5-nji surat). Suratda ABS üçburçlygyň BB' tarapy, şu üç-burçlygyň B nokadynyň A nokadyna baglylykda beýgelmesi(h) bolýar.

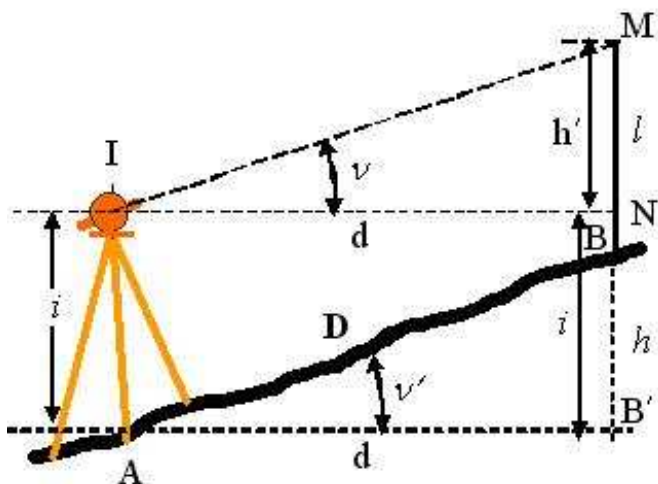
Beýgelmäni kesgitlemek üçin A nokada teodolit, ýa-da teo-dolit-taheometr, B nokada bolsa dik(wertikal) ýagdaýda çelgi(reýka) ornaşdyrylýar. Teodolit-taheometriň görüş turbasyndan çelginiň ujyna, suratda M nokada seretdirip ýapgytlyk burçuny (ν) ölçeyäris. Ýerdäki A we B nokatlaryň arasyndaky aralygyň gorizontel proyeksiýasy $AB=d$ bolsa MIN üçburçlukdan aşakdakyny almak bolar: $MN = h' = d \cdot \operatorname{tg} \nu$; suratdan görnüşi boýunça $h + l = i + h'$.

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

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

Formuladan beýgelmäni tapsak, onda şu aşakdakyny alarys:

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



9.5-nji surat.

Beýgelmäni şu ýokarda görkezilen formula boýunça hasaplap çykarmakda $d \cdot \operatorname{tg} \nu$ -nyň bahasyny tapmak üçin mahsus tablisadan ýa-da hasaplaýyş mikro-kalkulýatorlardan peýdalanmak bolar. Şurata almagyň wagtynda guralyň(i) we çelginiň(l) beýiklikleri ruletkanyň ýa-da reýkanyň kömeginde ölçenilýär. Eger-de guralyň beýikligine

deň bolan BN kesim B' nokada ornaşdyrylan çelgidен, öňden guralyň beýikligine deň bolan aralgyny belgilenip goýulsa we taheometr bilen wertikal burçy ölçemekde, onuň nyşanalajy şöhlesi şu çelgä nyşanalansa, onda $i = l$ bolanlygyndan niwelirlemegiň formulasy aşakdaky görnüşe gelýär:

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

Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasyny hasaba almak bilen, beýgelmäni hasapla-maga girizilýän düzediş şu aşakdaky tertipde geçirilýär. Ýokardaky bellenen formuladan aralygy ýakyn, **300 metre** çenli bolan iki nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmegini kesgitlemekde ulan-mak bolar. Çünki beýgelmäni kesgitlemegiň bellenen formula-synda Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmä edýän täsiri göz önünde tutulmazdan alnandyr.

Uzak aralyklary (300 metrden köp bolsa) trigonometriki niwelirle-mekde Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitle-mege edýän täsirini göz önünde tutmak bilan kesgitlenilmelidir. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitlemäge nähili täsir edişine düşünmek maksadynda mysala seredeliň (9.6-njy surat). Suratda trigonometriki niwelirlemegiň sadalaşdyrylan görnüşündäki çyzgysynda, **A** nokada ornaşdyrylan teodolit-taheometriň beýikligini(i), **B** nokada dik ornaşdyrylan çelginiň beýikligi (l) görkezilen. Teodolit - taheometriň wertikal oky we çelginiň oky ugurlarda dowam etdirilse, ýeriň merkezinde φ burçy emele getirip kesişýär. Bu burça **merkezi burç** diýilýär. Suratda R – Ýeriň radiusy.

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

ν -iň bahasyna onuň bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

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

onda

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l + (q - r)$$

gelip çykýar. Eger-de $(q - r)$ aňlatmany f bilen belgilesek, onda

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

bolýar. Bu ýerde f -ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzedişler.

Ýeriň sferikligi üçin girizilýän düzedişler nyşalaýjy şöhläniň dereje üstüne parallel bolan d' duga dogry gelmezden, gorizonta çyzyga (IB) dogry gelmegi netijesinde emele gelýär. Bu düzedişiň formulasyny aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

OID gönüburçly üçburçlukdan şu aşakdakyny almak bolar:

$$OD^2 = OI^2 + ID^2$$

OE we OI Ýeriň radiusy(R) diýip kabyl edilse, onda

$$OD = R + q; OE = R; ID = d.$$

Bahalary formula goýmak bilen şu aşakdakyny alarys: $(R + q)^2 = R^2 + d^2$;

Bu ýerden:

$$q = \frac{d^2}{2 \cdot R + q}.$$

2·R-baha görä q -niň örän kiçi bahany alýanlygy sebäpli, ol göz önünde tutul-maýar. Ýer üstüniň sferikligi üçin beýgelmäni kesgitlemege girizilýän düzedişiň umumy formulasy şu aşakday ýaly bolar:

$$q = \frac{d^2}{2 \cdot R}.$$

Refraksiýanyň täsiri netijesinde beýiklige girizilýän düzediş şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$r = 0,16 \cdot q = 0,08 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýikligi kesgitlemegine täsiri netijesinde girizilýän düzedişler bilelikde şu aşakdaky baha deň bolar:

$$f = q - 0,16 \cdot q = 0,42 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Ýeriň sferikligi we refraksiýasy üçin beýgelmäni kesgitlemege girizilýän düzediş bahasyny trigonometriki niwelirlemegiň formulasynda ornuna goýsak, trigonometriki niwelirlemegiň fomulasy aşakdaky görnüşe geler:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l + 0,42 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Formuladan görnüşi ýaly Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzedişler niwelirlenilýän çyzygyň uzynlygyna göni proporsionaldyr. Diýmek, niwelirlenilýän iki nokadyň arasyndaky aralyk näçe uly boldygyça, oňa girizmeli düzedişleriň mukdary artýar.

Aralygyň bahasy 300 metrden gysga bolsa, Ýeriň sferikligi we refraksiýasy üçin girizilýän düzediş 1 sm-den kiçi bolýar. Şonuň üçin topografiki kartalaryny almakda, aralyk 300 metrden uly bolsa, belli düzedişler göz önünde tutulýar.

Aralygy, optiki uzaklygy ölçeyji bilen ölçemekde peýdalanylýan trigono-metriki niwelirlemegiň formulasy belli bir derejede tapawutlanýar. Ýokarda görkezilen trigonometriki niwelirlemegiň formulalaryny, iki nokadyň arasyn-daky aralygynyň, gorizontal proyeksiýasy belli bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Trigonometriki niwelirmekde ýapgytlyk burçy optiki uzaklygy ölçeyji bilen ölçenen bolsa, beýgelmäni kesgitlemegiň formulasy

başgaça bolar. Ýagny, $h=d \cdot \operatorname{tg} \nu$ formuladaky d -niň ornuna, uzaklyk ölçýji bilen ölçenen aralygyň bahasyny ($d = k \cdot l \cdot \operatorname{Cos}^2 \nu$) goýsak, formula aşakdaky görnüşli alar:

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

formuladaky

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

bolanlygyndan, beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

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

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

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

Bu ýerde k -optiki uzaklygy ölçýjiniň koeffisiýenti; l -reýkadan alnan hasap.

Biz ýokardaky guralyň beýikligi bilen çelginiň beýikligini bir-birine deň, ýagny $i = l$ bolan ýagdaýynda trigonometriki formulanyň alnyşyny gördük. Taheometri çelginiň ýokarsyna (ujyna) nyşanalanlarynda hem-de niwelirlemekde Ýeriň sferikliginiň, atmosferanyň refraksiýasynyň täsirleri göz önünde tutulan-da, alnan trigonometriki niwelirlemegiň formulasy aşakdaky ýaly bolýar:

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

Niwelirlemek wagtynda guralyň beýikligi we çelginiň uzynlygy ruletkanyň ýa-da başga bir uzynlygy ölçýji guralyň

kömeginde ölçenilýär. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzediş(f), mahsus tablisalardan alynýar.

Niwelirlenilýän iki nokadyň aralygy 300 metrden gysga bolanda hem-de guralyň we çelginiň beýiklikleri bir-birine deň ýagdaýlarynda, beýgelmäni kesgitlemegiň doly formulasynda i we l göz önünde tutulmaýar (hasaba alynmaýar).

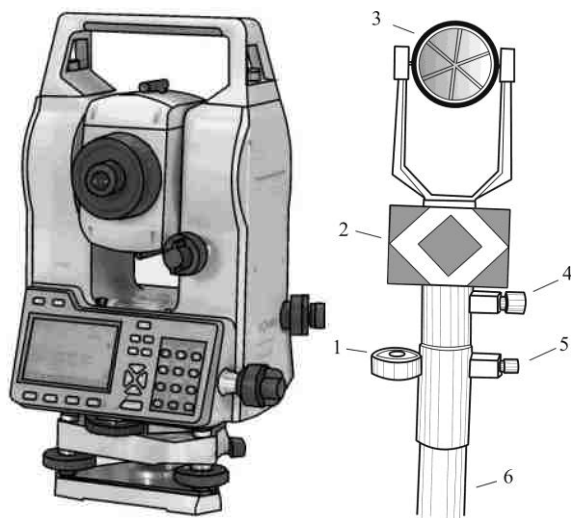
9.5. Elektron taheometrler

Elektron taheometri – bu özüne ýagtylyk uzakölçeýjini, elektron teodoliti we mikro-EHM birleşdirýän guraldyr. Ýagtylyk uzakölçeýjisi serpikdirijä çenli aralygy ölçeýär. Elektron teodolitiniň gorizonta we wertikla tegeleginiň datçikleri tegelekler boýunça hasaplary berýär. Aralyklaryň we burçlaryň hasaplary indikasiýa we registrasiýa usullarynda geçirilýär. Mikro-EHM geodeziki mysallaryň bütewi hataryny çözmäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gural gerek bolan amaly programmalar bilen üpjün edilendir. Ölçemegiň we hasaplamagyň netijesinde alnan informasiýalar guralyň tablosynda ýanyp öçýär. Şeýle-de guralyň içki huşunda (ýadynda) hasaba alynýar (registirlenýär) we geljekki (soňraky) kompýuterde işlemek maksady bilen fleş - kartalarda fiksirlenýär (hasaba alynýar).

Elektron taheometri düzgün boýunça dolandyrmagyň iki panelini alýar. Bu paneller guralyň iki tarapynda hem ýerleşendir. Dolandyryş panelinde displeý, ölçeg prosessini dolandyrmak we el bilen informasiýany girizmek üçin klawiatura ýerleşdirilendir. Informasiýalary girizmegi we dolandyrmagy distansion pultunyň (kontrolleriň) kömegi bilen amala aşyrmak hem bolar. Taheometr paneli görmek üçin ýagtylandyryji gurluşyny hem alýar. Şeýle-de serpikdirijili çelgini (wehany) çyzygyň üstünde goýmagy ýeňilleşdirýän, guralyň trubasynyň ugruny ýagtylyk ysýgynyň kömegi bilen görkeziji hem bardyr (9.7-nji surat).

Elektron taheometrleriň programma bilen üpjün edilmegi geodeziýada köp sanly meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. Adatça stansiýa baradaky berlenleri (maglumatlary) girizmek we saklamak, onuň koordinatlary, nokatlaryň tertibi, guralyň beýikligi,

operatoryň ady, sene, wagt, howa baradaky maglumatlar (ýeliň ugry, tizligi, temperatura, basyş) göz önünde tutulýar.



9.7-nji surat. Elektron taheometr:

- a) – esasy gural; b) – bir wagtlaýyn serpikdiriji: 1 – urowen;
 2 – wizirleýji marka; 3 – prizma; 4, 5 – berkidiji nurbatlar;
 6 – ştanga.

Ölçegleriň netijesi boýunça gorizonta we wertika burçlary, çyzygyň direksion burçlaryny, gorizonta kesimiň uzynlygyny (priloženiýany), beýgelmäni, serpikdirijiniň goýlan nokadynyň beýikligi, koordinatlar artmasy, seredilýän nokadyň tekiz we giňişlik koordinatlary ýaly hasaplanylýar. Şonuň ýaly-da kesişmeleriň netijeleri boýunça koordinatlary, nokatda serpikdirijini goýmak üçin elýeterli bolmadyk aralyklary (geçip bolmaýan aralyklary) we koordinatlary, elýeterli bolmadyk obýektiň beýikligini kesgitlemek ýaly hasaplama geňişligi mümkinçiligi hem göz önünde tutulýar. Şeýle-de elektron taheometrlerinde taslamalary ýeriň üstüne geçirmek işlerini geçirmekde, nokatlary berlen koordinatlary bilen nokatlary teswirlemekde (süýşürmekde) aralyklary we burçlary hasaplamak programmalary hem ulanylýar. Elektron

taheometrlerinde geodeziki meseleleri çözmekde ýagtylyk şöhleleriniň atmosferadaky refraksiýasy hasaba alynýar.

Häzirki döwürde dünýä bazarlarynda elektron taheometrleriň giň modelleri döredildi. Olar dürli firmalar, olaryň hatarynda Uralyň optiko-mehaniki zawodyny (Russiýa), *Sokkia* (Ýaponiýa), *Trimble* (ABŞ), *Leica* (Şweýsariýa) we beýlekileri bellemek mümkin. Bu firmalaryň onduryň gurallary özleriniň häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawutlanýarlar. Elektrton taheometrleri bilen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 1"-dan 6"-a çenli çäklerde alynýar. Bir prizmalı serpikdirijilerde maksimal uzynlygy 1600 metrden 5000 metre çenli çäkke berilýär. Bu ýagdaýda ölçegiň takyklygy ortaça $2 \text{ mm} + 2 \times 10^{-6} D$ ýaly häsiýetlendirilýär, bu ýerde D - aralyk. Elektron taheometrleriň köp sanlysy aralygy serpikdirijisiz ölçýär. Şular ýaly ölçegleriň uzynlygy dürli gurallarda 70-350 metr çäklerinde üýtgeýär.

Elektron taheometrleriň ulanylmagy köp derejede işiň öndürijiligini ýokarlandyrýar, ölçegleriň netijelerini işlemegi sadalaşdyrýar we gysgaldýar, ýerine ýetiriji bilen baglanyşykly bolan hasaplaryň wizual alynmagy, ölçegiň netijelerini žurnala ýazmak we hasaplamalary geçirmek bilen baglanyşykly ýalňyşlyklary aradan aýyrýar. Elektron taheometrleri bilen işlenende meýdan hasaplamalaryny geçirmek üçin ýanyňa kalkulýatory almak meselesi bolmaýar.

9.6. Skaner surata almagy

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

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

Guralyň ädimleýji dwigateli aýnalaryň (zerkalalaryň) sistemasy bilen lazer şöhlesiniň ugruny üýtgedýär. Aýnalaryň

(zerkalaryň) öwrülme burçy we ölçenen aralyklar boýunça nokatlaryň üç ölçegli koordinatlary hasaplanylýar.



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

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

Surata almagy geçirmekde obýektiň üsti “nokatlaryň toplumy” bilen örtülýär, ol bolsa köpsanly nokat bolup, olaryň gürlügi millimetriň ülsünden başlap birnäçe santimetre çenli çäklerde berlip bilner. Ölçegleri netijelerini işlemek bilen obýektiň üç ölçegli modelini alarys. Bu modeli kompýuteriň ýaýlymynda görmegiň dürli burçlarynda we dürli proyeksiýalarda, şeýle-de ol boýunça surata alynýan obýektiň gyzyklanýan böleginiň ölçeglerini geçirmek mümkin.

Skaneriň çäklenen görüş meýdanynyň bolmagy we obýektiň formasy, köplenç onuň ähli bölegini, skaneriň bir gezek stansiýada goýulmagy bilen almaga mümkinçilik bermeýär. Şonuň üçin hem

skanirlemegi surata alynýan obýekti birnäçe stansiýadan “*nokatlar toplumy*” bilen ýapmak bilen geçirýärler. Bu ýagdaýda nokatlar toplumy bir stansiýadan beýlekisine geçende bir-birini gaplamalydyr. Ýagny goňşy stansiýalar bir-birleri bilen umumy nokatlaryny almalydyr. Bu bolsa her bir stansiýany edil bütewi görnüşinde “*tikmäge*” mümkinçilik döredýär. Şular ýaly nokatlar hökmünde obýektiň has anyk nokady ýa-da surata almazyndan ozal obýektde goýlan ýörite nyşanlar (мишен) alynýar. Gerek bolan ýagdaýynda geodeziki ölçegleriň nyşanlarynyň merkezi bar bolan geodeziki tora birleşdirilýär. Şular ýaly baglanyşdyrmak bilen ähli surata alynýan model ýeke-täk geodeziki koordinatlar sistemasynyň totuna birleşdirilýär.

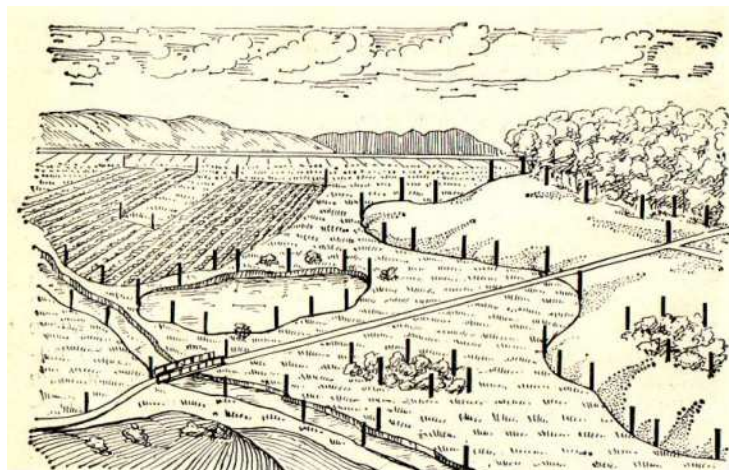
Skanerler dürli takyklykda ulanylýar (9.8-nji surat). Skanerleri saýlamak saýlanyp alnan meselä baglydyr. Takyk skanerler surata alynýan obýektiň guraldan 50 metr bolanda nokadyň ýagdaýyny kesgitlemegiň ýalňyşlygy 3-6 millimetre çenli çaklerde bolýar. Skanerden obýektlere çenli aralyk 400 metr we ondan köp bolan ýagdaýynda birnäçe santimetr takyklykda alynýar.

Lazer skanirlemek usuly ýer üstüniň planyny operativ düzmek gerek bolan ýagdaýynda, şeýle-de binalary ýa-da jaýlaryň arkalaryny surata almakda we binalaryň takyk çyzgylary gerek bolsa ulanylýar.

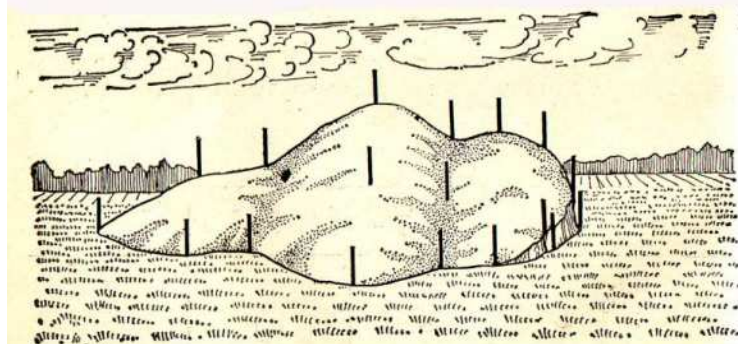
9.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler

Taheometriki plany almakda teodolit-niweliri, teodolit-beýiklik we taheomet-riki ýörelgelerine esaslanýlar. Ýeriň üstüniň sudurlaryny we relýefini plana almakda, toruň punktlary stansiýa bolup hyzmat edýär. Punktlaryň bir-birinden görünmedi we töwerekdäki ýeriň plana alynmagyny ýakynlaşdyrmak gerekdir. Üzaboýuna uzalyp gidýän desgalaryň teheometriki planyny almak maksadynda ýörelge, plany alynýan ugurlaryň ortasyndan geçirilýär. Meýdanyň pla-nyny almakda, onuň töwreginden ýapyk poligon (köpburçluk), eger-de surata alynýan ýeriň çägi uly bolsa, ýagny ýörelgäniň daş töwe regindäki nokatlaryndan, onuň içindäki sudurlary ýa-da relýefli nokatlary surata almaga mümkinçiligi

bolmasa, onda poligonyň içinden diagonal ýörelgesi geçi-rilýär. Açyk ýeriň $1:1000$ masştably taheometriki planyny almakda 1 km^2 -da punktlaryň sany 16-dan, $1:2000$ masştabda plany almakda-12-den, $1:5000$ masştabda plan almakda bolsa 4-den az bolmazlygy hökmanydyr.



Konturly piketleri saýlamak



Beýiklik piketleri saýlamak

9.9-nji surat. Taheometriki surata almagynda sudurly we relief piketleriniň alnysyş

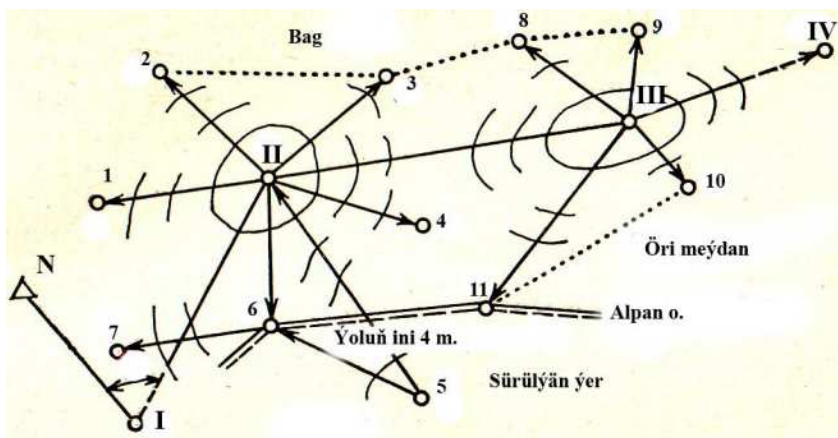
Teodolit-niwelir ýörel-gesini geçirmekde burçla-ry teodolidiň kömeginde, aralyk bolsa, ikilenç şekillendirýän uzaklyk öçeýjileri

DD-3, DD-5, DH-08 optiki sapakly uzaklyk ölçeýjileri ýa-da topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçeýjileri bilen ölçenilýär we toruň punktlarynyň planly koordinatlary kesgitlenilýär.

Taheometriki ýörelgede geçirlen gorizont al burçlar teodolit bilen doly usulynda (priýomda) aralyk bolsa göni we ters ýörelgede optiki sapakly uzaklyk ölçeýjileri bilen ölçenilýär. Gaýtalanýan teodolitler işledilende wertikal burçlar teodolidiň sag we çep tegeleginden hasaplary almak bilen triganometriki niwelirlemegiň formulalaryny ulanmak arkaly kesgitlenilýär. Nokatlaryň arasyn-daky beýgelmeler kesgitlenende, çyzyklar boýunça göni we ters ugurlardaky beýgelmeleriň tapawudy **100 metr** aralykda **4-5 sm-den** ulý bolmazlyk şerti bilen geçirilýär. Tapawutlar goýberilýän bahadan geçmese, olaryň orta arifme-tiki bahasy tapylýar. Taheometriki ýörelgesi geçirilende awtomat-taheometrden peýdalanylsa, ýörelgäniň her bir tarapyň beýgelmesi çyzygyň üstünde, göni we ters ugurlarda ölçenilýär.

Taheometriki plany almak torlary geodeziki daýanç punktlaryna teodolit we ni-welir ýörelgeleri ýaly baglanyşdyrylýar.

Ýer üstüniň sudurly we relýefi köplenç, torlary geçir-mek bilen bir wagtynda plana düşürilýär. Munuň üçin her bir stansiýanyň töweregindäki sudurlaryň we relýefiň häsiýetli nokatlaryny belleýärler. Nokatlaryň (piketleriň) sany ýerdäki suduryň we relýefiň çylşyrym-lylygyna we plany almagyň masştabyna baglydyr. Meselem, nokatlar depäniň ýokarsyndan, eňnidiň görünmeýän ýerinden, jar we jülgäniň gyrasyndan, suw bölüji çyzygyň öwrümlü ýerlerinden we beýleki häsiýetli ýerlerinden alynýar. 9.9-njy suratda köl, ýol, ýol, köl we ş.m. sudurlaryň käbir ýerlerinden piketleri almak şu suduryň häsiýetine hem-de şekiline baglydyr. Sudur kwadrat, gönüburçlyk şeklinde bolsa, onuň üç sany burçundan, göni çyzyk bolsa, onda başdaky we ahyrky nokadyndan, eger-de çyzyk egrem-bugram bolsa onuň häsiýetli, egrem-bugram nokatlaryndan piketler alynýar.



9.10-njy surat. Taheometriki surata almagynyň krokisi.

1:500 we **1:1000** masştabda teheometriki plan almakda gorizontallar her **0,5 metre** çenli (relýefiň çylşyrymlylygyna baglylykda), **1:2000** masştabda plany almakda, ýer üstüniň relýefiniň häsiýetine seredip, her **0,5-1 metre** çenli, **1:5000**, masştably plany almakda **1-2 metre** çenli beýikliklerden alynýar. Edil şolar ýalyda, ýer üstüniň relýefiniň **1:500** masştably planyny almakda piketleriň arasyndaky aralyk **15-20 metr**, **1:1000** masştably plany almakda **20-50 metr**, **1:2000** masştably plany almakda **40-60 metr**, **1:5000** masştably plany almakda bolsa **80-100 metr** aralyklardan alynýar (9.10-njy surat).

Plany almagyň takyklygyny ýokarlandyrmak maksadynda, guralyň ornaş-dyrylan nokadyndan, piketlere çenli aralygyň belli çäkden uly bolmazlygyny gazanmak gerekdir. Meselem, relýefi **1:500** masştably plany almakda piketlere çenli aralyk **100 metrden**, anyk bolan ýer üstünden alnan sudurly nokatlara çenli aralyk **150 metrden**, has anyk sudurly nokatlara çenli **80 metrden**, iň anyk sudurlara çenli aralygyň bolsa **100 metrden** geçmezligi gerekdir. **1:2000** masştably plany almakda stansiýadan piketlere çenli bolan aralyk **200 m**, anyk sudurly nokatlara çenli aralyk **100 m**, has anyk sudurly nokatlara çenli bolan aralyk **150 metrden**, **1:5000** masştably plan almakda bolsa relýefli nokatlara çenli bolan aralyk **300-350 m**,

anyk sudurly nokatlara çenli aralyk **150 m**, has anyk sudurly nokatlara çenli bolan aralyk **200 metrden** geçmezligi gerekdir.

Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini plana düşürmek, taheometriki ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtynda ýerine ýetirmekde, her bir stansiýada aşakdaky işler amala aşyrylýar:

1. Taheometr stansiýa ornaşdyrylýar we işçi ýagdaýyna (merkezleşdirilýär, gorizonta tegelegiň limbi gorizontallaşdyrylýar, görüş turbasy düzedilýär hem-de oriýentirlenilýär) getirilýär. Limbi, magnit meridiany ýa-da çyzygyň ugruna oriýentirlemek bolar. Taheometriň limbini magnit meridiany boýunça oriýentirlemek üçin, guralyň wertikal tegelegine bussol geýdirilýär hem-de gorizonta tegelekde alidadanyň nuly bilen limbiň nulyny gabatlaşdyrýarys we alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris. Soňra gorizonta tegelegiň limbini boşad-ýarys, görüş turba alidada bilen birlikde, limbiň açyk ýagdaýynda aýlandyrylyp, bussolyň magnit diliniň boşadylan ýagdaýynda, demirgazyk magnit meridi-anynyň ugry bilen gabat gelýänçä, teodolidi aýlandyryarys. Bussolyň nul punkty bilen magnit dili gabat gelen ýagdaýynda gorizonta tegelegiň alidadasynyň berkidiji nurbatyny boşadyp, limbiň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris (ýapýarys) Netijede, magnit diliniň ugry *Demigazyk magnit meridianynyň* ugry boýunça ýerleşer we teodolit *oriýentirlenen* bolýar. Şu ýagdaýda taheometriň görüş turbasy ýerdäki çelginiň duran nokadyna (onuň düýbüne, aşagyna) seretdirilip gorizonta tegelekden hasap alynýar, alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolýar. Limbi berlen çyzyklar boýunça oriýentirlemek üçin ýene-de alidadanyň nuly bilen limbiň nuly gabatlaşdyrylyp gorizonta tegelegiň alida-dasy, onuň berkidiji nurbatynyň kömeginde berkidilýär, limbiň berkidiji nurbaty bolşa burulyp boşadylýar. Şu ýagdaýda görüş turba uguryň alynýan çyzygynyň ahyrky nokadyna ornaşdyrylan çelginiň aşagyna seredilip, alidadanyň berkidilen nurbatyny boşadyp limbiň berkidiji nurbatyny bolsa, tersine berkidýäris, soňra görüş turbasy berlen çyzyga seretdirilip gorizonta tegelekden hasap alynýar. Netijede, ikinji ugur başlangyç ugra görä oriýentirlenen bolýar we şu ugurlaryň arasyndaky tapawut gorizonta burçyň bahasyna deň bolar;

2. Taheometr ornaşdyrylan nokatda, guralyň beýikligi ölçenilip žurnala ýazyl-ýar. Görüş turbasy yzky punktdaky reýka nyşanalanylýar, görüş turbasynyň gö-rüş meýdanyndan sapakly optiki uzaklyk ölçeýjiden, optiki mikroskopyň gori-zontal we wertikal tegeleklerinden hasaplar alyarys we žurnala ýazýarys;

3. Görüş turbasy öňdäki nokatdaky reýka nyşanalanylýar, şu ýagdaýda hem uzaklyk ölçeýjiden, gorizontal we wertikal tegeleklerden hasaplar alynýar we žurnalyň degişli sütünine we hatarlaryna ýazylýar;

4. Wertikal tegelek sag tegelekde bolsa, çepe geçirilýär. Deslap, yzdaky punktdaky reýkadan, soňra öňdäki punktdaky reýkadan hasaplar alnyp, žurnala ýazylýar. Eger-de reýkada guralyň beýikligi belgilenen bolsa-görüş turbasy reýkadan belgä, reýkada beýiklik belgilenmedik bolsa-görüş turbasy reýkanyň bahasyna ýa-da depesine nyşanalanylýar;

5. Her bir stansiýada wertikal tegelegiň nul ýeri, ýapgytlyk burçy hem-de taheometriki formulalardan peýdalanylýan poligonyň taraplarynyň gorizontal proyeksiýalary çykarylýar;

6. Stansiýanyň töwregindäki sudurlaryň we relýefiň häsiýetli nokatlaryna yzygiderlikde reýkalar ornaşdyrylýar, wertikal tegelek çepde bolanda, görüş turbasy nokatlardaky(piketlerdäki) reýka nyşanalanylýar we optiki uzaklyk ölçeýji çyzyklardan gorizontal hem-de wertikal tegeleklerden hasaplar alynýar. Taheometriki žurnallardan peýdalanylýan stansiýadan nokatlara (piketlere) çenli bolan aralyklaryň gorizontal proyeksiýalary hem-de beýgelme-leri hasaplanylýp çykarylýar. Plany almakda awtomat-taheometrler işledilýän bolsa, nokatlara çenli bolan aralyklaryň gorizontal proyeksiýalary we beýgel-meleri, guralyň kömeginde kesgitlenilip žurnala ýazylýar. Şonuň bilen stansiýada iş gutarýar, görüş turbany öňdäki nokatdaky reýka nyşanalanylýarys we limbiň duran ýeriniň bozulmanlygy barlanylýar. Birinji stansiýada işi gutaryp, taheometr ikinji stansiýa göçürilýär hem-de işler ýokardaky tertipde geçirilýär.

Taheometriki plany almakda, her bir stansiýada ölçeş işini geçirmek bilen bir hatarda göz bilen çemeleşip duralganyň töwregindäki ýeriň shematik plany çyzylýar. Bular ýaly çyzyga **kroki** diýilýär(öňki bölümlerimizde agzalyp geçipdik). Krokiniň

abrisden tapawudy, onda sudurlardan daşary, ýer üstüniň relýefi görkezilýär. Krokide stansiýanyň we nokatlaryň(piketleriň) ady, tertibi ýazylýar. Planda gorizontallary geçirmegi ýeňilleşdirmek maksadynda, krokide ugurlaryň ýönelişi peýkamlar bilen, relýefiň häsiýetli ýerlerinde ýerleşen nokatlardan pesde ýerleşen nokatlara, peýkamlary ugrukdyrmak arkaly görkezilýär.

9.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak

Taheometriki surata almakda, ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini, ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtda alnyp barylýar. Onümçilik işleri wagtynda reýkaly nokatlary, ýer üstüniň häsiýetli nokatlaryny hasaba almak bilen saýlap almak zerur. Ýagny, her bir saýlanyp alnan nokatlaryň eňnidiň ugruny, suw akarlarny we suw bölüji çyzyklary görkezmegi zerur. Taheometriki ýörelgede piketleriň arasyndaky aralyklar we taheometrden reýkaly nokatlara çenli aralyklar, surata almagyň masştabyna we relýefiň kesişme beýikligine bagly bolýar.

Stansiýadaky işleriň tertibi şu aşakdakylardan ybarat:

1. Taheometri surata almak üçin niýetlenilen nokatda ornaşdyrýarlar, guraly merkezleşdurýärler, işçi ýagdaýyna getirýärler;

2. Guralyň beýikligini ölçeyäris;

3. Surata alynýan taheometriki ýörelgesiniň gorizont burçlaryny hem-de yzky we öndäki nokatlara tarapdaky ýapgytlyk burçlary, şeýle hem taheometriň L we R tegeleklerinde, optiki sapakly uzaklyk ölçeyjileri bilen aralyklary ölçenilýär;

4. Şu nokatlardan alnan hasaplar boýunça wertikal tegelegiň nul ýerini(NÝ) kesgitleýäris;

5. Limbiň nuluny ýörelgäniň yzdaky nokadyna görä oriýentirleýäris. Onuň üçin alidadanyň nul hasaby bilen limbiň nul hasabyny taheometriň çep(L) tegelegin-de gabatlaşdyrýarys we şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris(ýapýarys). Limbi berkidiji nurbaty burup boşatmak bilen görüş turbany ýörelgäniň yzdaky nokadyna seretdirýäris. Görüş turbany gödek nyşa-nalamak üçin onuň aşagynda ýa-da ýokarsynda

ýerleşen nyşanalaýjydan, has takyk seretdirmek üçin taheometriň görüş turbasyndan we limbiň öwrüji nurbatyndan peýdalanmak bolar;

6. Alidadany, limbiň berkidiji nurbatynyň ýapyk ýagdaýynda boşadyp, surata alynýan nokatlarda ornaşdyrylan reýkalara **nobatma-nobat** seretdirmek bilen aralygy ölçemek maksdynda uzaklyk ölçýiniň reýkasyndan we wertikal hem-de gorizonta tegelekleriň limblerinde hasaplary alýarys. Alnan hasaplary taheometriki surata almagyň žurnalynyň degişli sütünlerine ýazýarys. Uzaklyk ölçýjiniň raýkasyndan hasap almakda, eger-de ýöriteleşdirilen, uzaklyk ölçýji reýkalary ulanylýan bolsa, onda görüş turbanyň(haçaň-da görüş turbasy ters şekil görkezýän bolsa) aşaky sapagyny reýkanyň ýokarsyna, onuň ýokarky sapa-gyndan, reýkadan hasap alýarys. Soňra, sapaklar torunyň ortakysyny reýka-nyň ýokarsyny seretdirip **5'** tegeleklemek bilen gorizonta we **1'** takyklyk bilen wertikal tegeleklerden hasaplar alýarys. Haçaň-da uzaklyk ölçýji sapaklaryň aşakysyny reýkanyň ýokarsyna seretdirmek mümkinçiligi bolmasa, onda ony haýsy hem bolsa bitin metr sana nyşanalanmak bilen hasaplar alynýar. Eger-de aralygy ölçemekde niwelir reýkalary ulanylýan bolsa, onda ortaky gorizonta sapagy, reýkanyň takmynan ortasyna seretdirmek bilen uzaklyk ölçýji sapaklardan hasaplary alýarys. Görüş turbasynyň gyraky sapaklarynyň *NÝ-ni* nula getirmegi, edil ortaky sapagyňky ýaly geçirmek bolar. Haçaň-da reýkanyň ýokarsyna görüş turbanyň aşaky sapagyny(turbanyň görüş meýdanyn-daky görünýän sapak) nyşanalaýan wagtymyz wertikal burçy ölçýän bolsak, onuň ýokarky sapagy boýunça nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitleýäris. Şu ýagdaýda reýka görüş turbany bir gezek seretdirmek bilen nokatlaryň arasyndaky aralygy we ýapgytlyk burçy ölçýäris.

Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$h = s \cdot tg \nu \text{ ýa-da } h = \frac{1}{2} \cdot (100 \cdot l + \Delta) \cdot \sin 2\nu.$$

Ýapgytlyk(wertikal) burçy ölçemek üçin reýkadaky guralyň beýikliginiň(*i*) belgilenen ýerine nyşanalaýarys.

7. Stansiýada surata almagyň ahyrynda, taheometriň limbiniň ilki başdaky oriýentirlenen nokadyndan barlag hasabyny alýarys.

Alnan hasap gorizontol tegelegiň limbiniň ilki başdaky goýulan hasabyndan 2'-dan köp tapawut etmeli däldir.

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

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

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

Tekiz ýeriň üstüni surata alanda nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksa-dynda gorizontol nyşanalanan şöhläni almak bolar. Onuň üçin taheometriň wer-tikal tegeleginde, onuň nul bahasyna deň bolan sany goýmak bilen niwelirmek geçirilýär. Piketleriň beýikligini kesgitlemekde belli fömulany ulanmak bolar.

Eger-de surata almak esasly nokatlardan, aýratyn ýapyk sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda surata almagy geçiş nokatlary arkaly, piketlerden(olaryň ýagdaýy surata almagyň iki-üç nokadyndan kesişdirmek ýoly bilen tapylan bolmalydyr) geçirilýär.

9.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri

Taheometriki plany almakda hasaplamak işlerine: taheometriki ýörelgäniň stansiýalaryň gönüburçly koordinatларыny, cyzyklaryň ýapgytlyk burçларыny, ýapgytlyk burçлары we ölçenen çyzyklaryň uzynlyklary boýunça olaryň gorizontol kesimleriniň uzynlyklaryny, nokatlaryň arasyndaky beýgelemeleri we berlen punktlaryň beýiklikleri boýunça duralgalaryň beýikligini hasaplamak girýär. Gaýtalanýan teodolitlerden peýdalanylanda ýörelgedäki çyzyklarynyň ýapgytlyk burçларыny, relýefi plana geçirmekde stansiýa bilen nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçлары, öňünden

belli bolan triganometriki niwelirmekde ulanylýan formulalaryň kömeginde hasaplanylýar.

9.1-nji tablisa

Duralgalaryň beýikligini kesgitlemek tablisasy

№/№	Çyzyklaryň gorizonta kesimleriniň uzynlyklary, metrde	Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler(h), metrde					Stansiýa beýikligi (H), m
		Göni	Ters	Orta	Beýgel. düzediş	Düzedilen	
1	2	3	4	5	6	7	8
PP49							70,15
I	201,70	-0,59	+0,56	-0,57	+0,02	-0,55	69,60
II	151,80	+0,30	-0,37	+0,34	+0,02	+0,36	69,96
	200,15	+1,22	-1,15	+1,18	+0,03	+1,21	71,17
PP51							
	P=553,65		$\Sigma+ = 1,52$				
			$\Sigma- = 0,57$				
			$\Sigma h_{Orta} = +0,95$				
			$\Sigma h_{Bol.} = +1,02$				
			$f_h = -0,07$				

Plany almagyň žurnaly barlanandan soňra, taheometriki ýörelgäniň çyzgy-syny(shemasyny) çyzyp, oňa ýörelgäniň taraplarynyň uzynlyklary, öwürümlü burçlary, çyzyklaryň ortaça beýgelmeleri, daýanç punktlarynyň koordinatlary we beýiklikleri ýazylýar. Taheometriki ýörelgäniň koordinatlary, teodolitli ýörelgesiniň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamakdaky ýaly geçirilýär. Punktlaryň beýiklikleri bolsa triganometriki niwelirmekdäki ýaly hasaplanyp çykarylýar. Geçirilen hasaplamalary “*Stansiýalaryň beýikligini kesgitlemegiň žurnalyna*” ýazylýar (7.1-nji tablisa).

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

$$NY = \frac{L+R}{2} \text{ ýa-da } NY = \frac{R+L}{2}.$$

Bu ýerde L we R-taheometriň çep we sag tegeleklerinden alnan hasaplar, gradusda.

Taheometriň NÝ-i boýunça ýapgytlyk burçuny hasaplamak maksadynda şu aşakdaky formulalar ulanylýar(gurallaryň görnüşlerine baglylykda alynýar):

$$\nu = \frac{L-R}{2} \text{ ýa-da } \nu = \frac{R-L}{2}.$$

Ýapgytlyk burçlarynyň hasaplanyşyny barlamak maksadynda, goşmaça formulalar hem ulanylýar. Bu formulalar şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$\nu = L - NÝ = NÝ - R$$

1-nji mysal. Eger-de $L=0^{\circ}36'$ we $R=179^{\circ}27'$ bolsa, onda wertikal tegelegi-niň nul ýeriniň we nul ýeriniň(NÝ) hasaplanyşyna seredip geçeliň:

$$NY = \frac{0^{\circ}36' + 179^{\circ}27' - 180^{\circ}}{2} = \frac{0^{\circ}03'}{2} = 0^{\circ}01,5'.$$

Ýapgytlyk burçuny şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$\nu = \frac{0^{\circ}36' - 179^{\circ}27'}{2} = \frac{1^{\circ}09'}{2} = 0^{\circ}34,5'.$$

Ýapgytlyk burçuny goşmaça formulalaryň kömeginde şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$\nu = 0^{\circ}36' - 0^{\circ}01,5' = 0^{\circ}34,5' \text{ ýa-da } \nu = 0^{\circ}01,5' - 179^{\circ}27' = 0^{\circ}34,5'$$

Üç usul bilen hasaplanan ýapgytlyk burçlarynyň bahalary birbirine deň, diýmek ýapgytlyk burçy dogry hasaplanypdyr.

2. Duralgalaryň arasyndaky beýgelmeleri hasaplamak üçin trigonometriki niwe-lirlemegiň doly formulasyny ulanýarys. Duralgalaryň arasyndaky aralyklar 300 metrden gysga bolan ýagdaýynda, aşakdaky formuladan peýdalanmak bolar:

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

Bu ýerde D -çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy, m; i -guralyň beýikligi, m; l -wehanyň beýikligi, m.

3. Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$D = d \cdot \operatorname{Cos} \nu.$$

Bu ýerde d -ölçenilen çyzygyň uzynlygy, metrde.

2-nji mysal. Ölçenen çyzygyň uzynlygy $d=201,70$ m bolsa, onda çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky ýaly kesgitläliň:

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

Hasaplanan çyzyklaryň gorizonta kesimlikleriň uzynlyklaryny tablisanyň 2-nji sütünine ýazýarys.

Duralgalaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplamak üçin $i=1,39$ m, $l=4,00$ m berlen onda, çyzygyň göni ugurdaky beýgelmesini, berlenleri formula goýmak bilen şu aşakdaky ýaly hasaplalyň(3-nji sütüne ýazmaly):

$$h_{PP49-I} = 201,69 \cdot \operatorname{tg} 0^{\circ}34,5' + 1,39 - 4 = 201,69 \cdot 0,010036 + 1,39 - 4,00 = 2,02 + 1,39 - 4,00 = -0,59 \text{ m}.$$

Berlen çyzygyň ters ugurdaky beýgelmesini kesgitlemek üçin berlenler: $\nu = 0^{\circ}54'$, $i = 1,41$ m, $l = 4,00$ m bolsa, onda ters ugurdaky beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar(4-nji sütüne ýazmaly):

$$H_{I-PP49} = 201,69 \cdot \operatorname{tg} 0^{\circ}54' + 1,41 - 4 = 201,69 \cdot 0,015709 + 1,41 - 4,00 = 3,17 + 1,39 - 4,00 = -0,56 \text{ m.}$$

4. Berlen çyzygyň göni we ters beýgelmeleri boýunça orta arifmetiki bahany tapalyň, ony şu aşakdaky ýaly geçirmek bolar:

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

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

5. Taheometriki ýörelgesinde ölçegleriň dogry geçirilenligini barlamak maksadynda, goýberlen çyzyk ýalňyşlygy kesgitleýäris. Bu ýalňyşlygy kesgit-lemekde, ilki bilen orta beýgelmeleri(5-nji sütün) alamatlary boýunça jemleýä-ris. Eger-de ýörelge ýapyk göwürük çyzyklar(poligon) görnüşli bolsa, onda orta beýgelmeleriň jemi nula($\sum h_{Orta} = 0 \neq f_h$) deň bolmalydyr. Emma hakykatda bolsa, onuň bahasy nula deň bolmaz we haýsy hem bolsa bir kiçi(f_h) baha deň bolar, bu baha ýörelgede beýgelmäni kesgitlemekde goýberlen ýalňyşlyk alynar. Haçan-da ýörelge açyk görnüşli bolsa, onda ýalňyşlyk şu aşakdaky formulanyň kömeginde kesgitlenilýär:

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

Bu ýerde

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

Biziň mysalymyda orta beýgelmeleriň jemini tablisanyň 5-nji sütüniniň aşagyndan alýarys, bolmaly beýgelmäniň jemini bolsa şu aşakdaky ýaly hasapla-ýarys:

$$\sum h_{bolmaly} = 71,17 - 70,15 = 1,02 \text{ m.}$$

9.2-nji tablisa

TAHEOMETRIKI SURATA ALMAGYŇ ŽURNALY

2002-nji ýylyň Oguzhan aýynyň 2-i

Teodolit 2T30 № 68786

Duralga № PP49

Guralyň beýikligi i=1,39 m

Duralganyň beýikligi H_D=70,15 m

Sereditiýän nokatlar	Uzaklyk ölçeyji boýunça hasaplar	Hasaplar, mm		NÝ	ν	Gorizonta kesimiň uzynlygy, m	$H_0 = S \cdot \text{tg } \nu$	Nýsanalanyan beýiklik(l), m	Beýgelme (h), m	Beýiklik (H), m	Gosmaça
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	201,7	0°00'		0°01,5'				1,39			
1	40,8	253°24'	358°17'		-1°44,5'	40,8	-1,24		-1,24	68,91	
2	49,3	272°32'	359°08'		-0°53,5'	49,3	-0,77		-0,77	69,38	Suwda
3	31,8	306°03'	1°20'		+1°18,5'	31,8	+0,73		+0,73	70,78	
4	68,0	320°01'	239°15'		-0°46,5'	68,0	-0,92		-0,92	69,23	
5	60,0	334°00'	357°30'		-2°31,5'	59,9	-2,64		-2,64	67,51	
6	34,3	344°21'	359°08'		-0°53,5'	34,3	-0,53		-0,53	69,62	
7	42,3	0°03'	1°01'		+0°59,5'	42,3	+0,73		+0,73	70,88	
8	75,0	0°02'	0°28'		+0°26,5'	75,0	+0,58		+0,58	70,53	
9	100,0	32°15'	1°35'		+1°33,5'	99,9	+2,72		+2,72	72,87	
10	76,3	55°30'	2°26'		+2°24,5'	76,2	+3,20		+3,20	73,35	
11	60,0	90°00'	2°45'		+2°43,5'	59,9	+2,85		+2,85	73,00	
1		0°00'									

Onda, tapan bahamyzy, ýalňyşlygy kesgitlemegyň formulasyna goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:

$$f_h = (+0,95) - (+1,02) = -0,07 \text{ m}$$

6. Tapylan ýalňyşlygyň dogrulygyny barlamak maksadynda, goýberileýän ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ony şu aşakdaky formulanyň kömeginde kesgitlemek bolar:

$$f_{hgoyber} = 0,04 \frac{\sum S}{\sqrt{n}}.$$

Bu ýerde $\sum S$ -ýörelgäniň ýüz metrdäki uzynlygy; n -ýörelgede taraplaryň sany.

$$f_h = 0,04 \frac{5,5}{\sqrt{3}} = \frac{0,04 \cdot 5,5}{\sqrt{3}} = \frac{0,04 \cdot 5,5}{1,73} = 0,12 \text{ m}.$$

Eger-de tapylan ýalňyşlyk goýberilýän ýalňyşlyga deň ýa-da ondan kiçi bolsa, onda ýalňyşlygy ters alamaty bilen orta beýgelmelere paýlaýarys we olary tablisanyň beýgelmelerine düzedişleri 6-njy sütüne ýazýarys. Orta beýgelmeleri düzediş beýgelmelerini, alamatlaryna baglylykda jemlemek bilen tablisanyň 7-nji sütünini, ýagny düzedilen beýgelmeleriň sütünini alarys.

7. Stansiýalaryň beýikliklerini, geometriki niwelirmekde belli bolan formu-lalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Bu formula şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$H_n = H_{n-1} \pm h.$$

Bu ýerde H_{n-1} -başlangyç stansiýanyň ýa-da punktlaryň beýikligi, metrde; h -stansiýalaryň arasyndaky beýgelme, metrde.

Reýkaly nokatlaryň beýikliklerini kesgitlemek üçin taheometriki surata almagyň žurnalyny, 8.2-nji tablisany işlemeli

bolýarys. Bu žurnaly işlemek üçin şu aşakdaky işler yzygiderlikde geçirilýär:

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

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

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

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

$$H_{reýkaly} = H_D + h.$$

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

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

9.10. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak

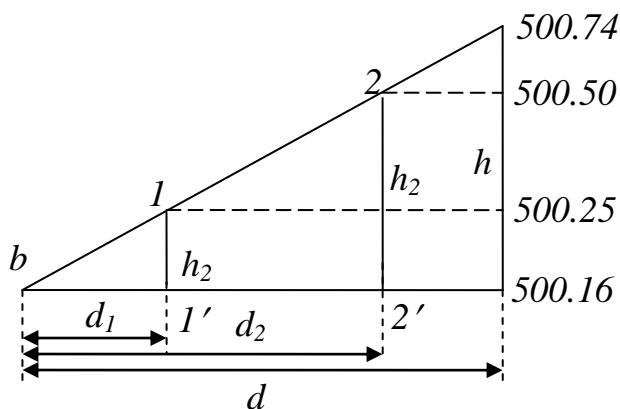
Hasaplamak işlerini gutarandan soňra, taheometriki surata almagyň planyny gurmaga girişýäris.

Bu işi ýerine ýetirmek maksadynda, çyzygy kagyzynyň(watmana) sahypasyna ýa-da planşete koordinatlar toruny geçirýäris we olaryň bahalaryny ýazýarys. Bahalaryny ýazmakda “*Stansiýalaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemek*” tablisasyndan peýdalanýarys. Koordinata toruň bahalary *100 metrden*

1:1000 masştably plan üçin, 200 m-1:2000 masştably plan üçin, 500 m-1:5000 we ş.m. aralyklara kratnyý bolan ýagdaýda alynýar.

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

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

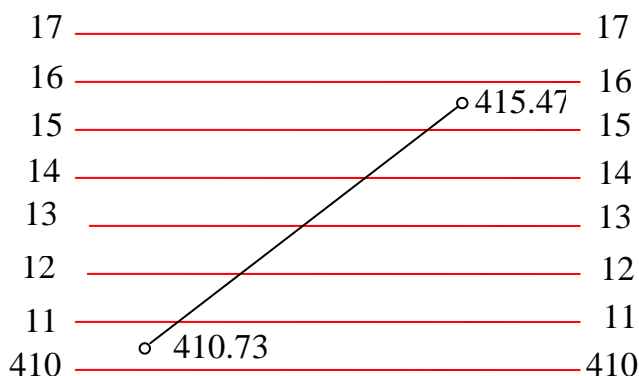


9.11-nji surat.

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

Taheometriki plana ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini geçirmekde teodolitli surata almakda ulanylýan usullary peýdalanmak bolar. Taheometriki planda beýiklik nokatlaryň arasynda gorizontallary geçirmek üçin paletkalary usulyny peýdalanmak bolar. Gorizontallary geçirmegiň beýleki usullarynyndan peýdalanmak hem bolar.

Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefi plana geçirmekde, tegelek transportirden-taheografdan peýdalanmak has-da amatlydyr. Onuň kömegi bilen nokatlaryň polýar koordinatlary(gorizont burç we çyzygyň uzynlygy) goýulýar. Şol bir wagtyň özünde, her bir gurlan nokadyň ýanynda surata almak esasyň beýiklikleri ýazylyar we ýer üstüniň sudurlary we relýefi gorizontallar bilen, surata almagyň abrisiniň esasynda çyzylyp gidilýär. Abrisde haýsy nokatlary bir-birleri bilen birleşdirmelidigi we relýefiň eňnitlikleri görkezilýär.



7.12-nji surat.

Relýefi gorizontallar bilen teswirlenen bolsa, onuň häsiýetli nokatlary, merselemdepäniň iň ýokarky nokady, olaryň başlangyç ýeri we ahyrky nokatlary, eňňidiň görünmeýän ýerleri krokiniň esasynda belgilenilýär. Kroki abris sözünüň bir görnüşi bolmak bilen, “croguis” sözi bolup, “ýer üstüniň çalt düzülen çyzygysy” diýen ýaly manyda alynýar. 9.11-nji suratda a , b , c we d nokatlar plana düşürilen we beýiklikleri ýazylan diýeliň. 9.11-nji suratda profil ab çyzygy

boýlap görke-zilen, aba we lal' gönüburçly üçburçlyklaryň meňzeşliginden aşakdaky deňlemeleri almak bolar:

$$ll'=h; bl'=al; aa'=h; ba'=d.$$

$$\text{onda, } \frac{d_1}{d} = \frac{h_1}{h} \text{ bu ýerden } d_1 = \frac{d \cdot h_1}{h}$$

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

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

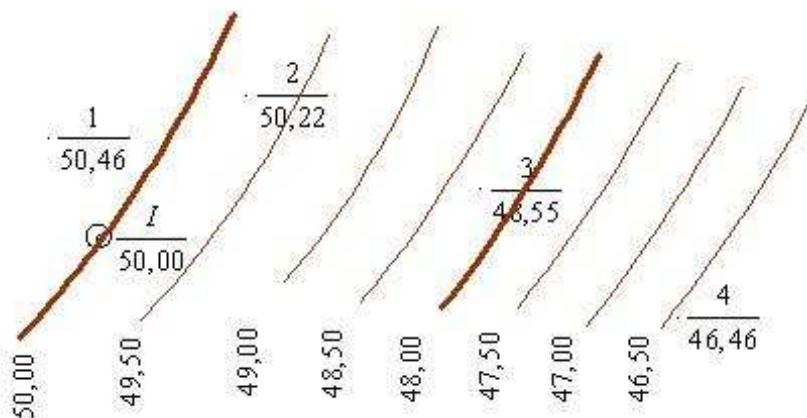
$$d_2 = \frac{2.0sm \cdot (500.50 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 1.17sm;$$

Gorizoantallaryň ýagdaýyny analitik usulda tapmak üçin köp wagt gerekligi sebäpli, şu maksat üçin grafiki usulyndan peýdalanmak amatlydyr. Bu usulda gorizontallaryň ýagdaýyny tapmakda paletka diýilýän esasbap ulanylýar (9.12-nji surat). Palatka bir-birinden belli aralykda parallel çyzyklar çyzylan aňyrsy görünýän esbapdyr. Paletkany kalka kagyzyndan, plaksiglasdan ýa-da çüýşe serişdesinden ýasalan bolýar. Parallel çyzyklaryň arasy düzülýän planyň masştabyna baglydyr. Adatça, parallel çyzyklaryň arasy 0.5 sm alynýar. Paletkanyň kömeginde, iki nokadyň arasyndan näçe gorizontaly geçirmek bol-jakdygyny we olaryň geçýän ýerini bilmek bolar. Meselem, relýefiň kesişme beýikliginiň 1 m bolan ýagdaýynda beýiklikleri 411 m, 412 m, 413m, 414 m we 415 m bolan gorizontallar, ýagny 5 sany gorizontaly geçirmek bolar. Onuň üçin paletka planda, gorizontallaryň geçiriljek nokatlaryň üstünde goýup parallel çyzyklaryň arasynda A we B nokatlaryň beýikligi gabat geler ýaly ýerleşdirýäris. Bu ýagdaýda A nokat 410 m we 411 m gorizontallaryň, B nokat bolsa 415 m we 416 m-li gorizonta çyzyklaryň ortasynda ýatýar. Şu ýadaýda gorizonta çyzyklar, nokatlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny görkezەر.

Topographic map of the Bütewi area. The map shows contour lines with elevations ranging from 100 to 140 meters. A horizontal line is drawn across the map at the 100-meter elevation, labeled 'Bütewi gorizontalı 1 metreden geçirilen'. The map is oriented with North at the top. The scale is 1:2000. The map shows a valley with a river or stream flowing through it. The river is labeled 'Bütewi' and 'Bütewi'.

246

Olaryň plandaky çyzygyň üstüne iňňe bilen deşip geçirmek bolar. Şular ýaly nokatlaryň üstünde paletkany giýmak bilen nokatlar belgilenilýär we birmeňzeş beýiklikli nokatlary egri çyzyk bilen birleşdirip gorizontallary alarys (7.13-nji surat).



9.13-nji surat.

Taheometriki surata almagyň plany, ilki başda galamda çyzylýar, soňra onuň dogry gurlanlygy, ýeriň tebigy(surata alnan ýer bilen) üsti bilen deňeşdirilmek arkaly barlanylýar. Barlanandan soňra, ýalňyşlyklar düzedilenden soňra tuşda çyzylýar. Gorizontallary çyzmagy goňur tuşda, ýer üstüniň gidrografiýasy-gök, ösümlük örtügi-ýaşyl we ş.m. tuşlarda, plany gurmagyň degişli görkezmesine laýyklykda çyzylýar (9.14-nji surat).

EDEBIÝATLAR:

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygyny. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Döwlet adam üçindir. Aşgabat, 2008
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Aşgabat, 2008.
6. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ahalateke bedewi – biziň buýsanjymyz we şöhratymyz. Aşgabat, 2008.
7. Gurbanguly Berdimuhamedow. Täze Galkynyş eýýamy. Aşgabat, 2008.
8. M. Allakow. Geodeziýanyň esaslary. Aşgabat. “Gyzykly elektronika” neşirýaty. 1998. 367 sah.
9. M. Allakow. Topografiýada geodeziýanyň esaslary boýunça praktikum. Aşgabat. “Ruh” neşirýaty. 1997. 254 sah.
10. M. Allakow. Kartografiýanyň esaslary. Aşgabat. “Ylym” neşirýaty. 2002. 498 sah.
11. M. Allakow. Geodeziýada we kartografiýada ulanylýan Halkara adal-galarynyň düşündirişli sözlügi. Aşgabat. “Ylham” neşirýaty. 2002. 24 sah.
12. Божок А. П. и другие. Топография с основами геодезии. М.: изд-во “Недра”. 1986.
13. Маслов А. В. Геодезия. М.: изд-во “Недра”. 1986.
14. Господинов Г. В., Сорокин В. Т. Топография. М.: Изд-во “Недра”. 1977.
15. Рутов А. В., Спиридонов А. И. Топография. М.: Изд-во “Недра”. 1984.
16. Чижмаков А.М., Чижмаков А. Ф. Геодезия. М.: Изд-во “Недра”. 1978.

17. Чижмаков А.М., Чижмаков А. Ф. Практикум по геодезии. М.: Изд-во “Недра”. 1981.
18. Лаврова Н. П., Степченко А. Ф. Аэрофототосъемка местности. М.: “Недра”. 1981.
19. Лобанов А.Н. Фототопография. М.: Изд-во “Недра”. 1986.

MAZMUNY:

SÖZBAŞY.....	7
GIRIŞ.....	9
1. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY	
1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri.....	15
1.2. Ýer ellipsoidini şar bilen çalyşmak.....	19
1.3. Türkmenistanyň geodeziki torlary.....	21
1.4. Masştab we onuň görnüşleri.....	25
II. GEODEZIÝADA ULANYLYAN KOORDINATA SISTEMALARY	
2.1. Nokadyň koordinatlary we geografiýa koordinatlar sistemasy barada düşünje.....	29
2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi.....	33
2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinat sistemalar.....	35
2.4. Ulanylyan koordinat sistemalary barada maglumat.....	40
III. HEMRALY POZISIONIRLEMEK	
3.1. Umumy düşünje.....	44
3.2. GPS sistemasynyň işleýiş prinsipi.....	47
3.3. GPS sistemasynyň kömegi bilen duran nokadyň koordinatlaryny kesgitlemek.....	52
IV. TOPOGRAFIKI PLANLARYŇ WE KARTALARYŇ ESASY HÄSIÝETLERI	
4.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşy.....	55
4.2. Topografiýa kartalarynyň görnüşleri.....	58
4.3. Topografiýa kartalarynyň täze görnüşleri.....	60
4.4. Topografiýa kartalarynyň tapawutlanýan aýratynlyklary.....	64
V. TOPOGRAFIKI KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY	
5.1. Topografiki kartalaryň we planlaryň proyeksiýasy	66
4.2. Topografiýa kartalary grafalara bölmek.....	71
5.3. Topografiki kartalaryň nomenklaturasy.....	73
5.4. 1:5000 we ondan uly topografiki kartalaryň (planlaryň) nomenklaturasyny kesgitlemek.....	81
VI. TOPOGRAFIKI KARTALARDAN GEOGRAFIKI OBÝEKTLERI ÖWRENMEK	

6.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje.....	63
6.2. Topografiki kartalardan relýefi öwrenmek.....	87
6.3. Ýer üstüniň relýefini topografiki kartada şekillendirmek.....	90
6.4. Kartada gidrografiýa tory.....	94
6.5. Kartada ilatly punktlar.....	96
6.6. Kartada aragatnaşyk ýollary.....	99
6.7. Kartada ösümlik örtügi we topragy.....	104
6.8. Kartada senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni desgalary...	106
6.9. Kartalarda syýasy we dolandyryş araçäkleri.....	108
6.10. Kartada geodeziki punktlar.....	109

VII. TEODOLITLI SURAT ALMAK

7.1. Umumy düşünje.....	112
7.2. Ýerde burçlary ölçemegiň prinsipi. Teodolit.....	115
7.3. Teodolidiň ornaşdyryş bölekleri.....	118
7.4. Teodolidiň işçi bölekleri.....	121
7.5. Teodolitleriň görnüşleri.....	123
7.6. Optiki teodolitler.....	125
7.7. Teodolitleri derňemek we sazlamak.....	130
7.8. Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek.....	134
7.9. Gorizont al burçlary ölçemek.....	137
7.10. Wertikal burçlary ölçemek.....	142
7.11. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler.....	145
7.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri.....	149
7.13. Teodolitli surata almagyň maglumatlaryny hasaplamak.....	150
7.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak.....	157

VIII. NIWELIRLEMEK

8.1. Umumy düşünje.....	164
8.2. Niwelirlenmegiň görnüşleri.....	164
8.3. Geometriki niwelirlenmegiň usullary.....	170
8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirllemek.....	174
8.5. Niwelirleriň görnüşleri.....	179
8.6. Niwelirlenmede işledilýän reýkalar.....	185
8.7. Niwelirleri derňemek we sazlamak.....	187
8.8. Profili gurmak üçin niwelirllemek.....	190

8. 9. Keselikleri surata almak.....	195
8.10. Geometriki niwelirlemegin maglumatlaryny hasaplamak....	196
8.11. Ýoluň(trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak.....	200
IX. TOPOGRAFIKI SURATA ALMAK WE PLANY GURMAK	
9.1. Ýagtylyk uzakölçeýjileri.....	207
9.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje.....	209
9.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar.....	210
9.4. Trigonometriki niwelirlemek.....	216
9.5. Elektron taheometrler.....	223
9.6. Skaner surata almagy.....	225
9.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler.....	227
9.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak.....	233
9.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri.....	235
9.10. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak.....	242
EDEBIÝATLAR.....	248