TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLIGI

MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN
DÖWLET UNIWERSITETI

MYRAT ALLAKOW

TOPOGRAFIÝA

AŞGABAT - 2010

Synag okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň kartografiýa hünäriniň “Topografiýa” dersi boýunça geçýän nusgalyk maksatnamasy göz öňüne tutulyp ýazyldy. Bu kitap öz mazmunyna topografiki kartalaryň geodeziki esaslaryny, topografiki kartalaryň matematiki esaslaryny, topografiki kartalaryna geografiki ýazgy bermegi, topografiki kartalary boýunça dürli görnüşli meseleleri çözmegi ýaly bölümleri alýar.

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

GIRIŞ

Topografiýa - Ýer üstüniň obýektleriniň özara geometriki arabaglany-şyklaryny öwredýän ylymdyr. Onuň esasy maksady topografiki kartalary döretmeklik, ýagny tekizlikde ýer üstüniň şekilini doly suratlandyrmakdan ybaratdyr. “Topografiýa” sözi grek sözi bolup, türkmen diline terjime edende topos-orun, grafius-ýazýaryn, ýagny ýeri ýazýaryn manyny aňladýar.

Topografiýanyň çözýän esasy ylmy we amaly meselelerine-topografiki karta-laryny döretmegiň has kämil, ulanmaga amatlaşdyrylan, ýeňil we arzan düşýän görnüşlerini döretmekdir. Bu usullaryň häzirki wagtda has köpräk ulanylýanlarynyň birisi bolup sanly kartalarydyr. Olarda ylmy we amaly meseleleri çözmegiň usullary we düzgünleri işlenilip taýýarlanylýar.

Topografiýada Ýer üstüni öwrenmegiň esasy usuly topografiki surata almagydyr. Ol ölçeg, hasaplama we grafikli gurmak işlerinden durýar.

Kartalary düzmek üçin kesgitlenen matematiki kanunlaryň ulanylmagy, meýdanda surata almagyň netijesinde alnan maglumatlaryny hasaplamak we onuň netijelerine esaslanyp kartografiki önümi gurmagyň takyklygyny artdyrmakdan daşary, ölçegiň netijelerini barlamagy we analizlemegi, şonuň ýaly-da kartalarda ýoýulmalaryň çäginiň azalmagyny hem üpjün edýär.

Koordinata sistemalary Ýeriň üstünde aýry-aýry bölekleriniň nokatlarynyň özara ýerleşmegini görkezmäge, nokatlaryň planly we beýiklik ýagdaýyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Topografiýanyň ýerine ýetirýän wezipeleri. Topografiki planynda nokadyň tekizlikdäki ýagdaýyny kesgitleýär, onda ýer üstüniň sudurlary, şeýle hem nokatlaryň şertli üstden ýokarda ýa-da aşakda ýerleşendigi görkezilýär.

Topografiki karta - ýer üstüniň kiçeldip umumylaşdyrylan şekilini görkezýär. Onuň elementleri şertli belgileriň ulgamynyň kömegi bilen teswirlenilýär.

Topografiýa kartalaryny we planlaryny düzmekde awiasiýanyň we fotografirlemegiň giň gerim bilen ulanylýanlygy sebäpli aerofototopografiýa diýen şahasy emele geldi.

Topografiýanyň halk hojalykdäki ähmiýeti.

Topografiki kartalary we planlary Ýeriň çägini öwrenmekde, özleşdirmekde, ylmy we hojalyk işlerde möhüm orun tutýar. Kartalar boýunça şol ýere barmazdan, kartada şekillendirlen ýeriň çägi baradaky maglumatlar toplumyny almak bolar, ondaky geografiki obýektleriniň sanyny, sypatyny, ýerleşişini, özara arabaglanşygyny we ş.m. häsiýetlendirmek bolar. Bu bolsa topografiki we beýleki kartalaryň artykmaç tarapydyr.

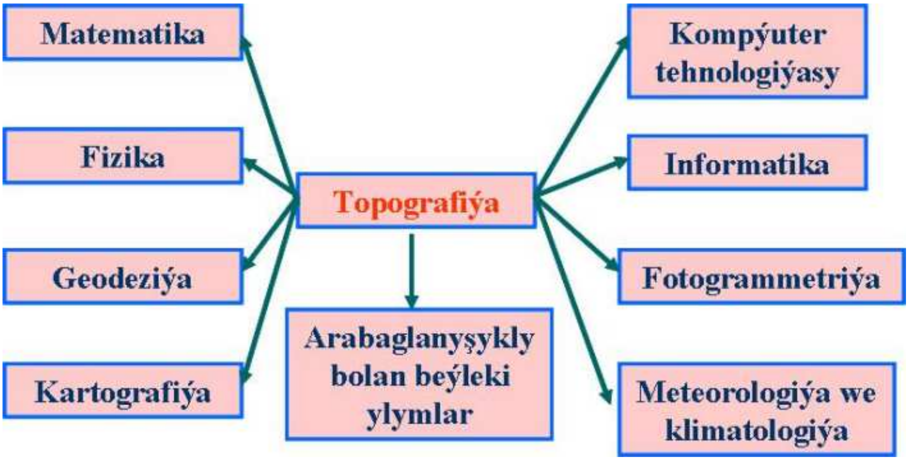
Geologlar topografiki karta we aerofotosurata almagyň maglumatlaryndan peýdalanyp ýeriň üstüni geoleogik jähtden öwrenmek we geologiki kartalary düzmek bilen birlikde, gazylyp alynýan peýdaly dürli magdan känlerini tapmak we olary karta geçirmek bilen meşgullanýarlar. Kartadan gazylyp alynýan tebigy baýlyklaryň göwrümi, hili, metallaryň reňki, nebit, gaz, gurluşyk materiallary ýaly häsiýetnamalary kesgitlenilýar.

Täze şäherleri we obalary bina etmek, ýaşalýan ilatly punktlary meýilnamalaşdyrmak, olary abadanlaşdyrmak we ş.m. işler hem geodeziki ölçegsiz we topografiki kartasyz amala aşyrmak kyn bolar.

Topografiki kartalar we aerofotosurata almagyň maglumatlary esasynda dürli görnüşli taktiki, strategiki we ş.m. harby işleri çözmekde giňden peýdalanylýar.

Geodeziki we topografiki işleriň göwrümi ýyl-ýyldan artýar. Bu işleriň göw-rümi döwlet meýilnamalary bilen baglanşyklydyr.

Biziň ýurdumyzda esasy geodeziýa-topografiki işleri Döwlet Kartografiýa komiteti alyp barýar. Bu komitetiň düzüminde birnäçe topografiýa-geodeziki
ekspedisiýalary bar. Biziň ýurdymyzyň çäginde geçirilýän ähli geodeziki işleriniň materiallary şu ýerde saklanylýar.



Topografiýanyň arabaglanyşykly ylymlary.

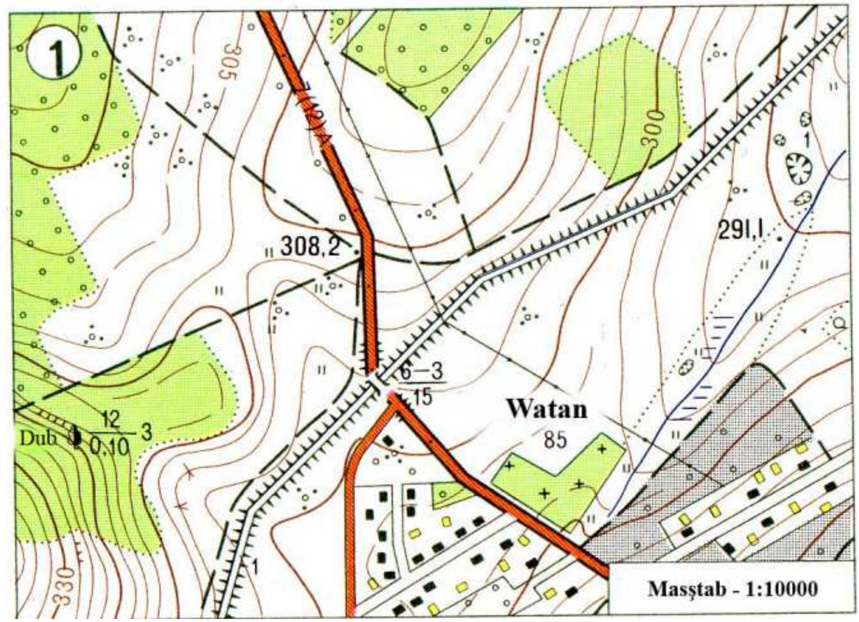
Topografiýanyň ylymlar bilen arabaglanyşygy. Topografiýa tebigat, jemgyýetçilik ylymlary bilen arabaglanyşykda ösýär. Topografiýa - kartografiýa ylmy bilen has-da jebis baglanşyklydyr.

Kartografiýa - tebigy we jemgyýet hadysalarynyň üýtgeýşini kartografiki şekiller arkaly barlamagy öwredýän ylymdyr. Topografiýa kartalary hem şu topara degişlidir.

Topografiki planlarynyň we kartalarynyň esasy sütüni bolup, onuň matematiki esasy durýar. Topografiýada geçirilýän ähli hasaplamalar matematikanyň kanunlaryna esaslanýar. Döwlet geodeziki daýanç punktlary ýeriň üstünde dikeltmekde, olaryň geografiki we gönüburçly koordinatlaryny, asman ýagtylgyçlaryna gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlemek bolar.

Awiasiýa we fotografiýa tehnikasynyň ösmegi bilen fototopografiýa fotogrammetriýa ylmyna öwrüldi.

Fotogrammetriýa - bu ýeriň üstündäki obýektleriň ölçeglerini, ondaky nokatlaryň koordinatlaryny aerofotosuratlar arkaly kesgitlemegi öwredýän ylymdyr.



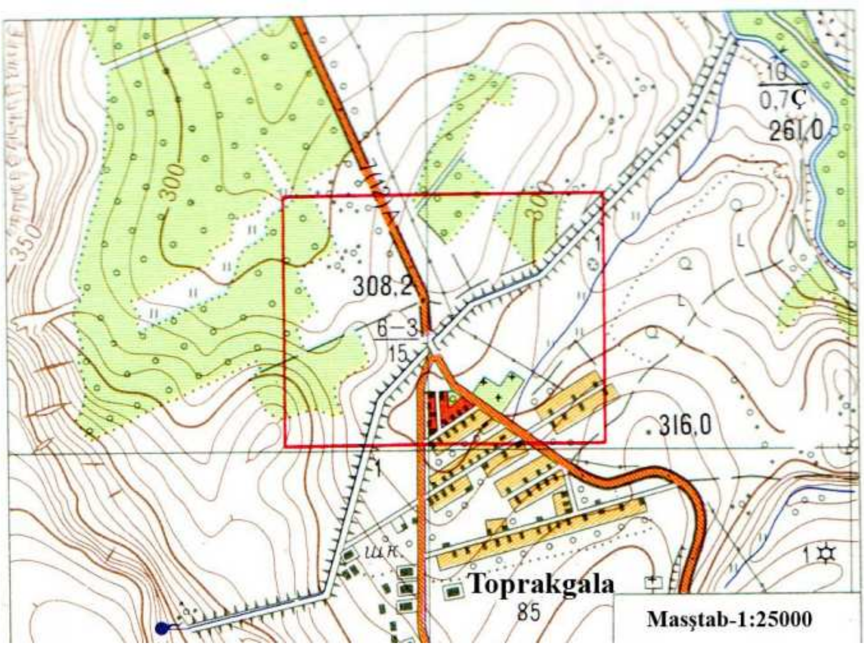
1-nji surat. 1:10000 masştably topografiki kartasynyň nusgasy.

Kosmosdan alnan suratlaryň esasynda geodeziýanyň “Kosmos topografiýasy” şahasynyň döremegine sebäp boldy.

Topografiýada ulanylýan gurallarynyň we enjamlarynyň ähli görnüşleriniň işleýşi we gurluşy fiziki kanunlar bilen baglanyşyklydyr. Bu bolsa topografiýany fizika ylmy bilen arabaglanyşygynyň bardagyny görkezýär.

Kibernetika we häzirki zaman hasaplaýyş tehnikalarynyň ýeten sepgitleri topografiki kartalaryny döretmegiň awtomatizasiýalaşdyrylan görnüşüni düzmäge esas döretdi. Şular

ýaly kartalar dünýä tejribesinde has-da giňden-sanly kartalar ady bilen ulanylýar.

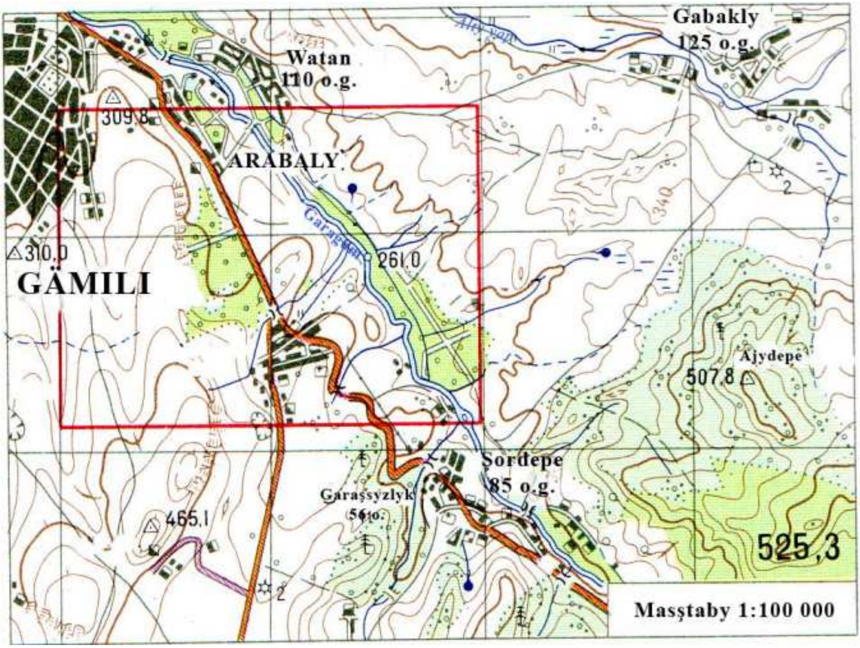


2-nji surat. 1:25000 masştably topografiki kartasynyň nusgasy.

Topografiýanyň gysgaça ösüş taryhy. Gadymy Gresiýada we Müsürde alymlar Ýeriň şekilini we ululygyny kesgitlemek bilen irki wagtlarda meşgullanyp-dyrlar. Gadymy grek alymy Pifagor (takmynan eramyzdan öň 580-500-nji ýylarda ýaşan) "Ýer şar şekilli bolsa gerek" diýen pikiri aýdypdyr. Aristotel(takmynan eramyzdan öň 384-322-nji ýylarda ýaşan) we beýleki grek alymlary bolsa, Ýeriň şar şekillidigini subut etdiler. Taryhy maglumatlara görä, ýer togalagynyň ululygyny birinji bolup Aleksandriýaly (müsürli) alym Eratosfeniň(takmynan eramyzdan öň 276-196-njy ýylarda ýaşan) kesgitländigi anyklanyldy. Emma onuň alan maglumatlary, Ýeriň häzirki zaman ölçeglerinden has daşda bolupdyr.

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 ösüpdir. Soňraklar geodeziýa ýerde ölçemek we Ýeriň parametrlerini kesgitlemek, emma geometriýa bolsa jisimleriň şekilini we olaryň özara ýerleşişlerini öwrenmek bilen meşgullanýan ylma öwrülipdir.



2-nji surat. 1:100000 masştably topografiki kartasynyň nusgasy.

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

Doly ady Ebul-Kasym Ubeýdullah bin Abdullah bolan Ibni Hurdazbih takmynan 820-nji ýylda Eýranda eneden dogulýar. Olaryň maşgalasyndan ilkinji bolup Ibni Hurdazbihiniň atasy islamy kabul edýär. Ibni Hurdazbihiň kakasy Taberistanyň häkimi bolupdyr. Öz dogduk mekanynda okap bilim alan Ibni Hurdazbigiň özi hem Taberistanyň welaýat häkimliginiň poçta-aragatnaşyk işleri bölüminiň müdiri bolup işläpdir. Ol 912-nji ýylda aradan çykypdyr. Alymyň ömri barada şulardan başga maglumat ýok diýen ýalydyr.

Ibn Hurdazbih döwlet işinde işlese-de ylym bilen gyzyklanypdyr. Hususan-da ol geografiýa ylmy boýunça eden işleri bilen şöhrat gazanypdyr. Aýratyn hem onuň “**El-Masalik wel-Mesalik**”(*ýollar we ýurtlar*) atly eseri oňa şan-şöhrat getiripdir. Ibni Hurdazbihiň eseri taryhy topografiýanyň ösmegine uly goşantdyr. “**El-Masalik wel-Mesalik**” ýaňy-ýakyna çenli geografiýaçy alymlar üçin möhüm çeşme bolup hyzmat edipdir. **Ibnül-Fakih**(IX asyr), **Ibnj Hawkal**(X asyr), **Makdisi** (X asyr) we **Jeýhany**(X asyr) ýaly Gündogaryň meşhur geografiýaçylary Ibni Hurdazbihiň bu eserini özleri üçin esasy çeşme hasaplapdyrlar.

Öz döwrüniň Halyfy Mutemidiň(halyf bolan döwri 870-892) ýakynlary bilen gowy gatnaşykda bolan Ibni Hurdazbih “**El-Masalik wel-Mesalik**” atly eserinde ylmy-meseleler bilen bir hatarda däp-dessurlaryň üstünde-de durup geçirdir. Bar bolan maglumatlara görä, alym eserini Abbasi şazadalarynyň biriniň islegi boýunça ýazypdyr.

Ol bu eserini 847-nji ýylda başlap, 886-njy ýylda doly tamamlapdyr. Eseri şeýle uzak wagtlap ýazmagynyň sebäbi, oňa dürli wagtlarda dürli goşmaçalary girizmegidir.

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

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

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

XIX asyryň başlarynda dürli ýurtlarda alnyp barylan astronomiki-geodeziki işleriň netijesinde, Ýeriň şekiliniň ellipsoidden biraz tapawut edýändigi açyldy. Meşhur alym **Laplas** *Fransiýada* we ýurtlarda alnyp barlan gradus ölçegleriniň netijelerini analizlemek bilen meridianyň dugasynyň uzynlygyny ekwatordan polýuslara ugurda bir görnüşli uzynlykda däldigini kesgitledi. Şuňa esaslanyp, **1873-nji ýylda** nemes fizigi **I. W. Listing** (1808-1882-nji ýylarda ýaşan) "*Ýer özüne mahsus nätakyk we süýnmek şekilde*" diýen pikire gelipdir we ýeriň şular ýaly şekiline **geoid** diýmegi teklip edipdir.

Şondan soňra Ýeriň hakyky şekili bolan **geoide** ýakyn we ondan örän az tapawut edýän ellipsoidiň ululygyny kesgitlemek zerur bolupdyr. Onuň üçin Ýer üstüniň bir kesimine däl, belki onuň dürli ýerlerinde geçirilen gradus ölçeg netijelerini peýdalanmak dogry bolar diýen pikire gelindi. Geoidiň şekili, Ýeriň dartyşma güýjüne bagly bolanlygy üçin grawometriki işler alnyp barlypdyr.

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

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

I. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY

1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri

Kartografiýa ylmy geodeziýadan ilki bilen kartalaşdyrylýan jisimiň matematiki modeli baradaky berlenleri alýar. Bu jisimleriň formasyny we ölçeglerini häsiýetlendirýän parametrler, proýeksiýalary gurmak we kartalary düzmek bilen baglanyşykly paralelleriň dugasynyň uzynlygyny, meridianlaryň dugasynyň uzynlygyny, trapesiýanyň meýdanyny we gerek bolan hasaplamalary ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär. Bu ýerde geodeziki koordinatlar sistemasy hem ulanylýar. Uly baha geodeziki toruň punktlary eýedir. Olar bolsa öz gezeginde ýeriň üstündäki nokatlar dogrusyndaky informasiýalary saklaýjylar hasaplanylýar. Şu punktlara baglylykda ýer üstüniň topografiki surata almagy geçirilýär we topografiki kartalar döredilýär. Öz gezeginde topografiki kartalaryň esasynda köp sanly tematiki kartalary döredilýär.

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

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.

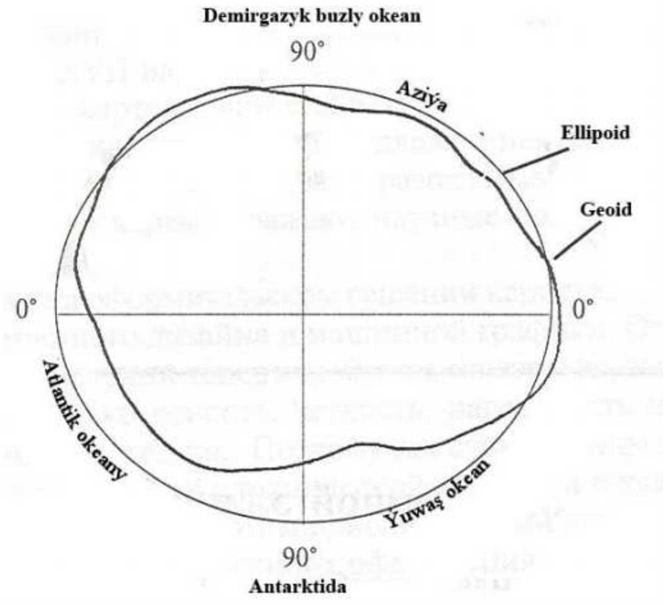
F.N.Krasowskiniň ellipsoidinde Ýeriň ölçegleri

uly ýarym oky $a = 6378245$ *m;*

kiçi ýarym oky $b = 6356863$ *m;*

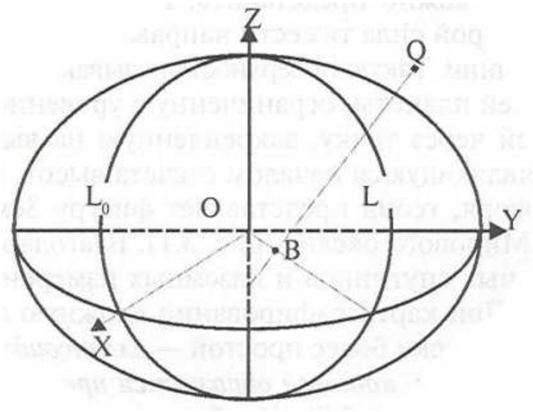
Ýeriň otnositel gysylmagy $a = (a-b)/a = 1:298.3$

Ýeriň radiusy $R = 6371116$ *m* = 6371.116 *km.*



1.1-nji surat. Geoid bilen Ýer ellipsoidiniň meridional kesişmesi

Kartalary, gös-göni ýerde surata almak bilen we surata alnan maglumatlardan peýdalanyp 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.



1.2-nji surat. Ellipsoidiň aýlanmasy (B, L – geografiki koordinatlar, Q, L_0 – başlangyç meridian).

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 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
Eňri	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

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 meridianal ellipsiniň birinji ekssentriteti (e) hem ulanylýar. Bu parametrleriň bir-birleri bilen arabaglanyşygy aşakdaky ýaly berolýär:

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

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

Bu parametrler, şeýle-de WGS-84, ПЗ-90 we F. N. Krasowskiniň ellipsoidleri üçin üstleriň meýdanlary Türkmenistanyň territoriýasynda kartografiki we geodeziki işleri geçirmek üçin wajypdyr (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
Meýdany, 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 gelýän 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 gelýär. 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 dörtden 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 proýektirlemek 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 üýtgewsiz 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 üsti

bilen deňeşdirende ekwatora tarap takmynan *21.4 km* süýşýändigi aňladýar.

Deňululykly proýeksiýalarda 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 degişlilikde *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** proýektirlemekde haçan-da şaryň üstündäki meridianlaryň uzynlygy ellipsoidiň üstündäki şol meridianyň uzynlygyna deň bolýar. Şaryň radiusy **F. N. Krasowskiniň** 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.

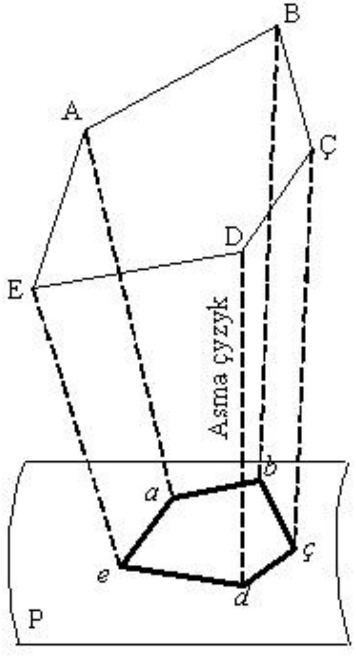
Eger-de ellipsoidiň üstündäki paralleli şaryň üstüne proýektirlemegi ellipsoidiň üstünde degişli bolan paralleliň uzynlygyana deň bolan ýagdaýynda alynsa, onda şaryň radiusy uly ýarym okuna (*a*) deň edilip alynýar. Bu ýagdaýda eferiki giňlik aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

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

1.4. Karta, plan we profil barada düşünje

Topografiki kartany almak üçin ýeriň üstündäki nokatlaryň ählisini, ýeriň üstünden ýönekeý üste proýektirlenmegidir. Oňa

otnositellik(degişlilik) üsti diýilýär. Şeýle üst referens-ellipsoidiň ýa-da tekizligiň üsti bolup biler.

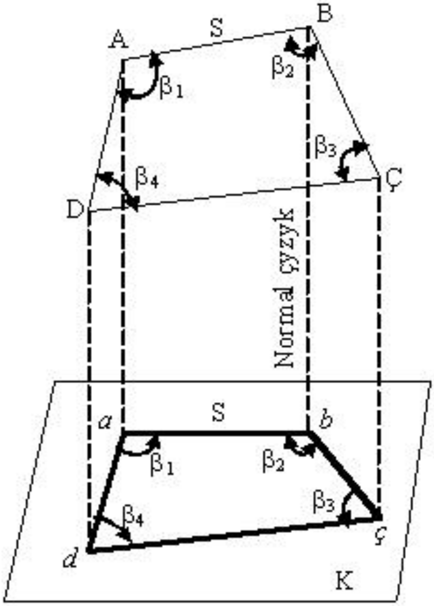


1.1-nji surat. Ýeriň bütewi ýa-da bir bölegini tekizlige geçirmek.

Ýeriň üstündäki nokatlary otnositellik üstine proýektirlemegiň dürli usullary bar. Proýektirlemegiň usullary alnan proýeksiýanyň häsiýetlerine baglydyr.

Geodeziýada bitewi ýeriň çägini, ýa-da onuň uly bölegini proýektirlemek asma çyzyklaryň kömeginde geçirilýär(1.4-nji surat). Normal çyzygyň ugrunyň az gyşarmagy sebäpli, ony asma çyzygyň ugry bilen gabat gelýär diýip almak bolar. Düzedişler diňe anomaliýaly sebitler üçin girizilýär. P tekizlikde alnan *abwgd* bäş-burçlyk, ýerdäki *ABWGD* bäşburçlygyň proýeksiýasydyr.

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



1.2-nji surat. Ýer üstüniň kiçi bölegini tekizlige onuň üstüniň şar şekillidigini göz öňünde tutmazdan geçirmek.

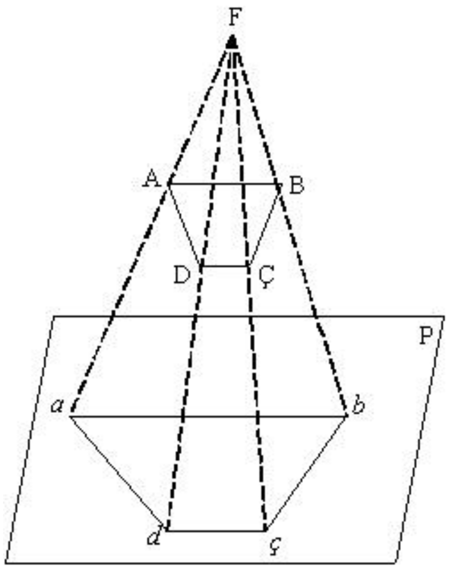
Bütewi ýeriň üstüni ýa-da onuň uly bölegini tekizlikde şekillendirmek üçin ilki bilen ähli nokatlary ýa-da çyzyklary ellipsoidiň üstüne proýektirlenilýär. Soňra ellipsoidiň üstüni tekizlige öwürýärler, bu bolsa haýsy hem bolsa kartografiki proýeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylýar. Şu tekizlikde hem kesgitlenen matematiki kanunlarynyň esasynda, ýer üstüniň elemen-tleri geçirilýär. Netijede, şol ýa-da başga proýeksiýalarda, çäkleri şekillendirmekde ýoýulmalar emele gelýär. Ýoýulmanyň möçberi, şekillendirilýän ýeriň çägine bagly bolýar. Ýagny suratlandyrylýan ýeriň çägi näçe uly bolsa, ýeriň egriligini hasaba almak bilen ýoýulmalar döreýär.

Onda, **karta** - bu bütewi ýer üstiniň ýa-da onuň uly böleginiň kiçeldip, kesgitlenen matematiki kanunlaryň esasynda, Ýeriň şar şekillidigi hasaba alynmak bilen alnan şekilidir.

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

Uly bolmadyk ýer üstüniň böleklerini teswirlemekde üst derejesiniň bölegini **K** tekizlik bilen çalyşmak bolar. Bu ýagdaýda *asma* we *normal* çyzyklar özara parallel bolýarlar hem-de ýer üstüniň gorizontal proýeksiýasy-**ortogonal proýeksiýa** öwrülýär. Parallel teswirlenýän çyzyklar bilen alnan proýeksiýa, teswirlenýän tekizlige perpendi-kulýar bolýar we ýerdäki S çyzygyň gorizontal kesimi bolýar(I.5-nji surat).

Ýer üstiniň kartasy ýerdäki çyzyklaryň arasyndaky gorizontal(β_1, β_2, β_3 ***we*** β_4) burçlary we çyzyklaryň gorizontal kesimleriniň uzynlyklary bilen häsiýetlendirilýär.



1.3-nji surat. Merkezi proýeksiýa

K tekizlikde alnan abwg dörtburçlyk ýerdäki ABWG dörtburçlugyň gorizon-tal proýeksiýasydyr. Diýmek, **plan**-bu Ýer üstüniň uly bolmadyk böleginiň, kiçeldip we meňzeş tekizlikde alnan

şekilidir. “*Plan*” gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, ol geodeziýa ylymynda ulanylanda “*Ýerleşen ýeri*” diýen ýaly manyda türkmen diline terjime edilýär.

Kartada ýa-da planda ýer üstüniň niresinde beýgelýändigini ýa-da pesel-ýändigini, şonuň ýaly-da ýeriň üstiniň relýefi(umumy geografiki we topogra-fiki kartalaryndan beýlekilerinde) baradaky düşünjäni almak mümkin däldir. Eger-de, ýeriň üstünde, berlen çyzyk boýunça, pikirde wertikal tekizligi geçirsek, onda ol göni çyzygy, kese kesigi arkaly keser, netijede profili alarys. **Profil-**bu Ýer üstüniň kese kesi-giniň kiçeldip tekizlikde şekillendirilen görnüşidir.

"*Profile*" iňlis sözi bolup, ol türkmen diline "*Kese-kesik*" diýen ýaly manyda terjime edilýär.

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

Teswirlemek F nokatdan çykýan çyzyklar bilen geçirilýär. F nokada proýek-tirlemegiň merkezi diýilýär. *P* Tekizdäki *abwg* dörtburçlyk, ýerdäki *ABWG* dörtburçlygyň proýeksiýasydyr. Bu proýeksiýa köplenç ýeriň üstini fototopog-rafiki surata almak hadysasynda ulanylýar.

1.5. Topografiki kartalaryň masştablary barada düşünje

Karta bilen işlemezden öňürti masştab baradaky düşünjäni almak gerek bolýar. “**Masştab**” gelip çyzyşy boýunça nemes sözi bolup, türkmen diline “**Ölçeg taýajygy**” diýen manyda ulanylýar.

Masştab-bu, kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň(*l*-santimetrde ýa-da millimetrde ölçemek bolar*)* ýerdäki şol çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygyna(*S*, metrde) aýdylýar.

Ony şu aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

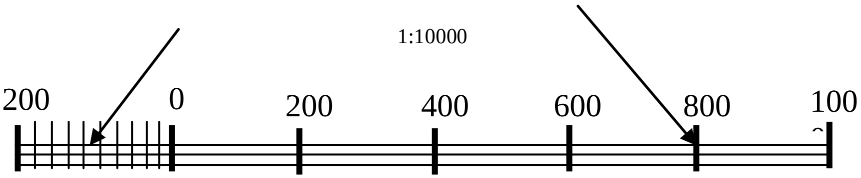
$$\frac{1}{m} = \frac{l}{S}.$$

Bu ýerde *m*-masştabyň maýdalawjysy.

Masştab başgaça aýdanda, şekillendirilýän ýeriň böleginiň näçe esse kiçelýän-digini görkezýän san bahadyr. *Sanly* we *çyzykly* masştablar tapawutlanýar.

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

Ýokarda agzalan şu masştab hataryna, degişlilikde : *1sm-10 sm=0.1 m, 1 sm-50 sm=0.5 m, 1sm-100 sm=1.0 m, 1 sm-200 sm=2.0 m, 1 sm-250 sm=2.5 m, 1 sm- 500 sm=5.0 m, 1 sm-1000 sm=10.0 m, 1 sm-2000 sm=20.0 m, 1 sm-2500 sm=50 m, 1 sm-10000 sm=100.0 m* bahalary ýerde alýar.



1.4-nji surat. Çyzykly masştab çyzgyjy.

San masştablary ulanylanda birnäçe hasaplamalary geçirmek gerek bolýar, bu bolsa käbir kynçylyklary döredýär. Masştabyň umumy formulasyndan görnüşi ýaly, eger-de gorizontal kesimiň uzynlygyny kesgitlejek bolsaň, onda *S=l·m(m-* by ýerde planyň ýa-da kartanyň 1 sm-e ýa-da 1 mm-e düşýän san bahadyr) formulany ulanmak bolar, kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek üçin bolsa *l = S / m* formulany ulanmak bolar. Mysallara seredeliň,

1-nji mysal, ýerdäki çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli: *m=1:5000*(*1 sm=50.0 metr*) bolsa, *l=9.6 sm*, onda *S=9.6 · 50.0 = 480.0 metr* bolar.

2-nji mysal, kartanyň masşta-by *1:10000, l=4.5* sm bolsa, onda ýerdäki çyzygyň uzynlygy *S=100.0 · 4.5 = 450.0 metr* bolar. Eger-de tersine, haçan-da ýerdäki gorizontal kesimiň uzynlygy we

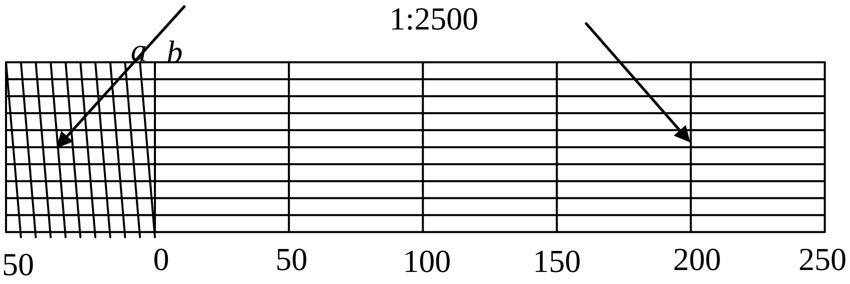
planyň masştaby belli bolsa, plandaky ýa-da kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemege degişli mysala ýüzleneliň.

3-nji mysal, çyzygyň gorizontal kesiminiň uznylygy *S=256.56 m,* kartanyň masştaby 1:10000 bolsa, kartadaky çyzygyň uzynlygy *l = 256.56 / 100.00 = 2.5 sm* bolar.

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

Amaly ýagdaýlarda şular ýaly hasaplamalardan gaça durmak maksadynda çyzykly masştablardan peýdalanýarlar. Olar hem öz gezeginde birnäçe görnüşli bolýarlar. Geodeziýada *çyzykly* we *kese* masştab çyzgyçlary giňden ulanylýar.

Olar boýunça *sirkul-ölçeýjiniň* kömegi bilen kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygyny çyzykly masştab çyzgyjynyň üstünde kesgitlemek, eger-de ýerdäki çyzygyň uzynlygy belli bolsa onuň uzynlygyny planyň ýa-da kartanyň masştabynda alyp goýmak mümkindir.



1.5-nji surat. Kese masştab çyzgyjy.

Çyzykly masştab çyzgyçlary metal esasa geçirilip ýasalýar. Olaryň uzynlygy 20 sentimetre çenli aralykda bolup biler. Çyzykly masştab çyzgyjynyň uzynlygy 20-26 sm bolup, onuň beýikligi 2.5 mm aralykda bolýar(1.7-njy surat).

Masştab çyzgyjynyň uly bölegine onuň **esasy** diýilýär, esasy *1* we *2 sm-den* alynýar. Suratda masştab çygyjynyň esasy 2 sm-den alnandyr. Çyzykly mas-ştab çyzgyjynyň çepki, iň soňky bölegine onuň *nomogrammasy* diýilýär. Nomogrammanyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny has takyk ölçemek bolar. Ol öz gezeginde *10*

sany deň bölege bölünip, olaryň her birine 1 ýa-da *2 mm* uzynlyk birligi düşýär. Kartanyň masştabyna baglylykda, her bir kesime düşýän san bahany goýýarys. Nomogrammanyň sag kesimine *0* bahany çepindäki bölegine bir esasyň uzynlygyna düşýän sany, sagdaky esaslara bolsa masştaba bagly bolan sanlary goýup çykýarys. Biziň mysalymyzda, kartanyň masştaby *1:10000* bolanlygyndan *0* çyzykdan çepe *200 m,* saga bolsa *200 m, 400 m, 600 m, 800 m* we *1000 m* bahalary ýazýarys.

Çyzykly masştab çyzgyjynyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny *0.5-1 mm* takyklykda ölçemek bolar.

Çyzgyjyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygy **ölçenen** diýeliň. Ölçände sirkul-ölçeýjiniň bir aýagyny hökmany wertikal çyzyklaryň birine, beýlekisini bolsa nomogrammanyň içine düşürmelidir. Suratda, sirkul-ölçeýjiniň aýak-larynyň arasyndaky aralyk *800 m +120 m =920 metre* deňdir.

Plany ýa-da kartany gurmagyň, şeýle hem ölçemegiň takyklygyny ýokar-landyrmak maksadynda kese masştab çyzgyçlaryny peýdalanmak amatlydyr. Kese masştab çyzgyjyny gurmak üçin göni gorizontal çyzygyň üstünde birnäçe gezek masştabyň esasyny 1 sm ýa-da 2 sm ölçäp goýýarys. Wertikal ugurlarda çyzygyň başyndan we ahyryndan masştab çyzgyjynyň beýikligini, ýagny 2.5 sm alyp goýýarys. Soňra bu çyzyklarda 2.5 sm aralygy 10 sany deň,. 2.5 mm-den kesimleri alyp goýýarys. Bölünen kesimlerde goýulan nokatlary, göni çyzyklar bilen birleşdirýäris(1.8-nji surat).

Çep iň soňky esasy *10 sany* bölege bölüp(gorizontal ugurlarda) gyşyk, ýapgyt çyzyklary geçirýäris. Bu çyzyklara *transwersallar* diýilýär. Birleşdirilende ýokarky esasyň 1-nji nokady bilen, aşaky esasyň *0-nji* nokady birleşdirilip galanlary bolsa oňa parallel edip geçirilýär. Grafiki gurmagyň netijesinde suratdaky kese masştab çyzgyjyny alýarys. *0-dan* çepdäki bölege masştab çyzgyjynyň *nomaogrammasy* diýilýär. Kese masştab çyzgyjyny aşakdaky ýaly peýdalanmak bolar. Ýerdäki çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygy 355 metre deň diýeliň, planyň masştaby *1:5000* bolsa, onda masştabyň esasy 2 sm deň bolanda, oňa *100 metr* uzynlyk birligi düşýär. Şu bahalardan ugur almak bilen, kesimiň uzynlygyny

masştaba goýýarys. Masştab boýunça planyň *2 sm-e 100 m,* 2 *mm-e 10 m, 0.2 mm-e bolsa 1 m* uzynlyk düşýär. Bahalardan ugur almak bilen, gerek bolan kesimiň uzynlygyny masştab çyzgyjynda alyp goýýarys. Şu ýerde bir zady bellemek has-da zerurdyr, ýagny sirkul-ölçeýjiniň aýaklary, ölçenýän wagty bir gorizontal kesimde ýerleşdirilmek bilen geçirilmelidir. Ölçeg wagtynda, sirkul-ölçeýjiniň bir aýagy *300 m* ýazylan wertikal çyzyga, emma beýleki aýagy bolsa, *0-dan* bäş bölek çepe we bäş bölek şol çyzyk boýunça ýokary göterilmek bilen alynýar. Ölçenen aralyk *355 metre* deňdir. Suratdaky sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen ölçenen çyzygyň uzynlygy *2325 metre* bolar.

Çyzykly masştab çyzgyjynyň esasyndaky bölekleriň sanyny *n,* perpen-dikulýardaky bölekleriň sanyny *m* diýip alsak, onda kese masştabyň iň kiçi *ab* bölegi şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar*:* $ab=AB/(n{\cdot}m)$ bolar. Mysal hökmünde, *AB=2 sm, n=10, m=10* bolsa, onda $ab=2/(10{\cdot}10)=0.02$ *sm* bolar . Eger-de *AB=1 sm, n=10, m=10* bolsa, onda $ab=1/(10{\cdot}10)=0.01$ *sm* bolar.

Berlen masştab çyzgyjynda, ýeriň üstündäki çyzygyň iň gysga aralygyny goýmaga mümkinçilik berýän bahasyna *masştabyň takyklygy* diýilýär. Ol planyň *0.1 mm* bahasyna degişlidir, bu baha nazary bolmak bilen, onuň amaly bahasy *0.2-0.5 mm* aralyklarda bolup biler. Adam ýönekeý göz bilen *0.1 mm* çyzygyň uzynlygyny nokat hökmünde görüp biler, onuň çyzyk bolmagy üçin bolsa *0.2 mm* aralyk gerekdir. Ony masştabyň maýdalawjysyny *10000-e* bölmek bilen ýeňil kesgitlemek bolar. Meselem, *1:10000* masştably kartanyň takyklygy *1 m*, 1:5000 masştably planyň takyklygy *0.5 metr, 1:25000* masştably kartanyň takyklygy *2.5 m* we ş. m. bolar.

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

Eger-de ölçenýän çyzygyň uzynlygy masştab çyzgyjynyndan uzyn bolsa, onda çyzygy böleklere bölmek bilen ölçemek gerekdir. Amaly ýagdaýlarda masştab çyzgyjyndan ulanmak amatly bolar ýaly metal esasa geçirýärler.

1.5. Koordinat sistemalary

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 koordinatler 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 **fundemental parametrlerini** alýar. Modeliň töwregindäki grawitasion meýdany we onuň üstündäki agyrlyk güýji dartylmak hem-de merkeze ymtylýan güýje deň täsirlidir. Bu bolsa Ýerde we oňa ýakyn giňişlikde hakyky bar bolan güýje has ýakyndyr.

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 görnüburçly 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 (fikisrlenen) 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 toplumy 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 proýeksiýada şekillendirmek we punktlar üsin tekiz görnüburçly 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 işlemegiň aýratynlygyna baglydyr.

Ýeriň aýlanmasynyň halkara gullugy **IERS** (*International Earth Ratation Service*) ýokary takykly ölçegleriň netijesinde

umumyýer koordintaltar sistemasy **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) döredilýär we **GRS-80** ellipsoidi ulanylýar. Bu sistema Ýeriň üstünde **ITRF** (*International Terrestral Refence 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.

Dünýäniň ähli ýerinde diýen ýaly ABŞ-nyň pozisionirlemegiň hemraly sistemasy giň ýaýaramany almagy bilen baglanyşyklykda Dünýäniň 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 ahyrlarynda bu sistemada takmynan **200-e** ýakyn geodeziki punktlar bolup, olardan **ABŞ-nyň GPS** sistemasynyň priýomnikleriniň kömegi bilen yzygiderli gözegçilikler geçirilýär. Türkmenistanyň territoriýasynda bu stansiýalaryň birnäçesi elýeterlidir.

Koordinatlaryň referens 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 däp-dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen territoriýada islendik topogrofo-geodeziki işleriniň oňaýly geçirilmek şertlerine hem bagly. Referens-ellisoidi 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 Amarikanyň 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 ähli si özleriniň regional beýiklik sistemasynyň başlangyç hasaplaryny alýarlar.

1.6. Türkmenistanyň geodeziki torlary

Türkmenistanyň koordinatlar sistemasy Döwlet geodeziki torlary (DGT) görnüşinde berilýär. 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 fiksrleýär (belleýär). Düzgün boýunça olary geometriki niwelirlemegiň, şeýle-de hemraly pozisionirlemek usuly bilen kesgitlenilýär;

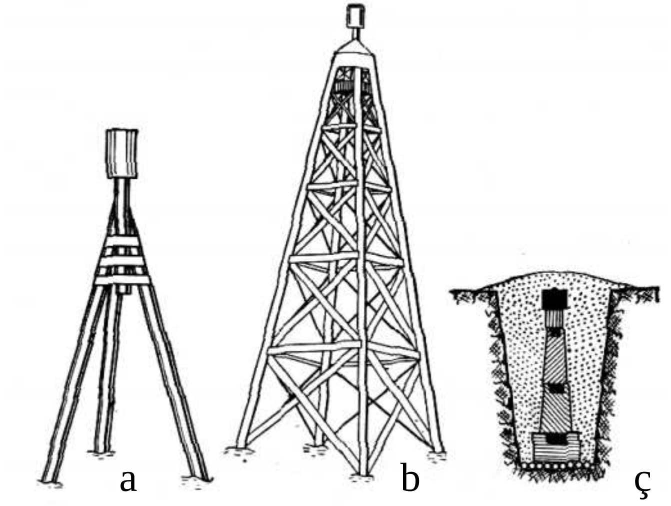
• **Planly torlar** ellipsoidiň üstünde (kartada) punktlaryň planly koordinatlaryny berkitmäge mümkinçilik berýär. Olar aşakdaky usullar bilen döredilýär:

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

- *poligonometriýa,* haçanda punktlaryň arasyndaky aralyklar we ýörelgäniň punktlarynyň arasyndaky gorizontal 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.



1.6-njy surat. Geodeziki bellik: a – ýönekeý piramida; b – çylşyrymly piramida; ç – bellikleriň ýer aşagydaky gurluşy.

• **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 pozisionirlemek global sistemasyna girýän hemralar, şol bir wagtyň özünde geosentriki koordinatlary saklaýan geodeziki punkt bolup biler.

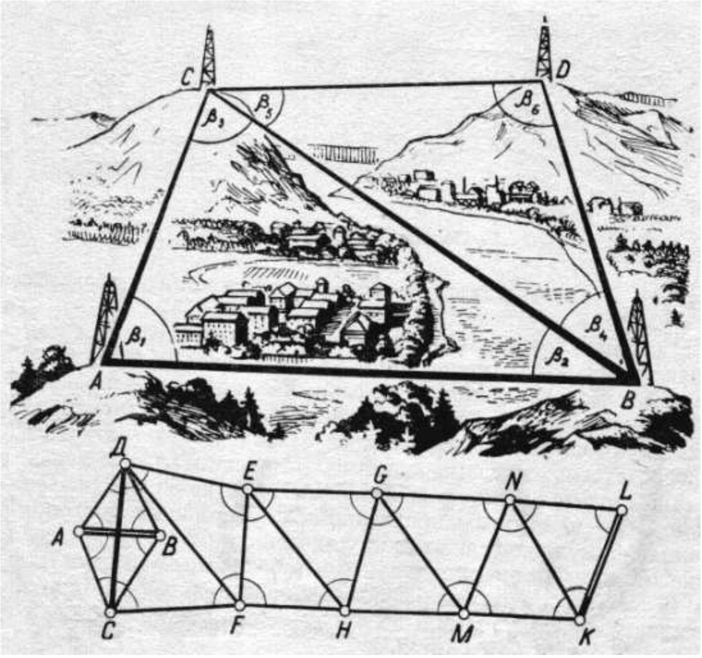
Döwlet geodeziki planly punktlary has intensiw ýagdaýda **XX** asyryň *20-nji ýyllaryndan* başlap has-da ösüp başlady we takmynan ýarym asyra golaý dowam etdi. Bu bolsa öz gezeginde görnükli rus alymy **F. N. Krasowskiniň** taslamasy esasynda amala aşyrylýar. Torlar özleriniň takyklygy boýunça esasy 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 paralelleriň 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 (1.6-njy 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 ýaşaýşyň gürlügine baglylykda) alynýar (1.7-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.

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



1.7-nji surat. Triangulýasiýanyň çyzlyşy (shemasy).

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 esaslanylyp 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 (2.3-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.

II. TOPOGRAFIKI PLANLARYŇ WE KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY

2.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşy

Kartografiki şekil kartanyň(globus, relýef kartasy) görnüşleriniň biri bolup, ol birnäçe gurluşlara eýedir. Olardan ilkinji nobatda kartanyň *aýdyňlygyny, ölçeýj-iligini* we *kartanyň maglumat berijiligini,* şeýle hem *kartanyň üznüksizligini, gözýetimliligini* we *birmanylygyny* agzamak bolar. Bu gurluşlar ýer üstüniň bölekleriniň häsiýetleriniň çägine, 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 toplumy barada ýeterlik maglumatlaryň alynmagy bilen düşündirilýär.

Kartalaryň aýdyňlygy-bu kartany çalt we aýdyň okamaga mümkinçilik berýän gurluşydyr. 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 ölçeýjiligi-bu kartany matematiki kanunlar esasynda gurmagy, ele-mentlerini gurlan esasa geçirmegi we ondaky elementleriň hem-de hadysalaryň pikirde kabul edilmekligini, islendik elementleriň we hadysalaryň gurluş takyklygyna gözegçilik etmekligi üpjün edýän gurluşdyr. Kartanyň ölçeýjiligi onuň masştaby bilen baglanyşykly. Obýektleriň mukdar häsiýetlerini absolýut birliklerde, otnositel görkezijilerde hem-de bally ýa-da derejeli bahalar görnüşünde almak bolar.

Kartanyň birbahalylygy-bu kartanyň Ýer üstüniň modeli bolmak bilen, ondaky her bir nokatda kabul edilen şertli belgiler ulgamlarynyň çäginde diňe 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 proýeksiýalar bilen baglanyşykly üzňelikleriň we boşluklaryň bolmagy mümkindir.

Kartanyň gözýetimliligi-bu okyýjynyň 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 inedördül meýdana ýüzlerçe belgiler we ýazgylar düşýär. Adam ýönekeý göz bilen şu karta wizual seretmek arkaly maglumatlar toplumyny alýar, emma ol gizlin maglumatlary kartadan tapawutlandyryp bilmeýär. Gizlin maglumatlary almak üçin haýsy hem bolsa ölçeg tilsimleri, üýtgemeleri, logiki pikirlenmeleri geçirmek gerek bolýar.

Ýokarda agzalan gurluşlar şu aşakdaky häsiýetler bilen baglanyşyklydyr:

1. Bizi gurşap alan köp ölçegli obýektler bilen, tekiz kartografik şekildäki şol obýektleriň arasyndaky kesgitlenen matematiki arabaglanyşygyň bolmagy bilen tapawutlanýar. Bu bolsa kartografik proýeksiýanyň 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 çägini 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 çägini we anyk ýeriň çägini we anyk ýeriň çäginiň geografik häsiýetleriniň aýratynlyklaryny suratlandyrmalydyr.

Ýokary derejeli ölçeýjiligi üpjün etmek üçin geometrik takyklygyň bolmagy hökmanydyr. Kartadaky şekillendirilýän obýektler bilen ýerdäki hakyky obýekt-leriň ölçegleriniň gabat gelmegi geometrik takyklykdyr. Ol bolsa öz gezeginde masştabyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Kartanyň masştaby näçe ulaldygyça onuň ölçeýjilik takyklygy-da artýar, masştabyň kiçelmegi bilen bolsa kartanyň ölçeýjilik takyklygy peselýär.

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 iň azyndan bir ýyl çemesi wagt gerek bolýar. Şu döwrüň içinde eýýäm şekillendirilýän çäkde belli bir derejede üýtgeşmeler bolup geçýär we kartanyň mazmunynyň könelmegine getirýär.

2.2. Topografiki kartalarynyň görnüşleri

Bisiň **Garaşsyz Bitarap Türkmenistan** diýarymyzyň we **GDA** ýurtlarynyň ýeriniň 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.

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 aşyrmek maksadynda ulanylýar.

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 enjamlaşdyrmek 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 çägini bahalamak maksadynda ulanylýar. Şonuň ýaly-da, bu kartalar halk hojalygynda dürli görnüşli ylmy-amaly meseleleri çözmekde ulanylýar.

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.

2.3. Topografiki kartalarynyň täze görnüşleri

Topografiýa kartasyndaky şertli belgiler sistemasy, köp onýyllyklaryň do-wamynda, olaryň mazmunyna laýyk gelýär. Häzirki wagtda topografiýa karta-laryň çözýän 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 ýörite-leşdirilen 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 ýaşaýan 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 üpjin 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 ýygnalýan 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 unufusir-lenen(köp niýetli) mazmunly, ýeke-täk şertli belgiler ulgamynyň üsti bilen geçi-rilýär. Ýeriň çäginiň 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. Ýörite-leşdirilen topografiýa kartalary(planlary) döretmekde çäkde 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 çalşyjy 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 fotokartalayň 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, araçägini 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.

Ortofotoplanlar-geodeziýa esasyndaky ýer üstüniň fotografiýa şekilidir, onda differensial transformirlemek ýoly bilen, ýagny merkezi proýeksiýany, berlen aerosuratyň ortogonal proýeksiýa 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 taýýarlanyp we ulanylyp bilinýär. Emma foto we ortofotokartalar birnäçe kemçilikleri hem alýar. Olarda ýer üstüniň ösümlikler bilen(tokaýlar, gyrymsy tokaýlar) örtülen ýa-da dagyň kölegesinde ýerleşen elementler şekillen-dirilmeýär ýa-da olar düýbünden ýokdur. Aerofotosuratyň baý mazmuny, ýarym reňkli(tonly) şekilleriň az, ýeterlik kontrastlygy(goşulmagy) täsir edýär. Ýeriň üstüniň elementleriniň we ýerli jisimleriň tanalmagy, ony ulanyjylar bolsa tana-lan elementli, birmeňzeş şekilli, topografiýa kartalara mahsus gurluşlary işleýär-ler. 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 esasyna, berlen aerosuratlary işlemekde ilki bilen ýer üstüniň sanly modelini döretmek pikiri goýulandyr. Giňişlik koordinatalary sanlaryň kody, ýeriň üstün-däki obýektleriň häsiýetnamasyny we olary magnitli lentalarynda ýa-da başga informasiýalary göterijide belgilemek bilen alnyp barylýar.

2.4. Topografiki 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°·6° ölçegdäki her bir sahypa), uly masştably birnäçe sahypalara bölünýär. Bu sahypalaryň şular ýaly bölünmegi, topografiýa kartalaryň ulanylyşyny we saklanyşyny ýeňilleşdirýär.

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

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

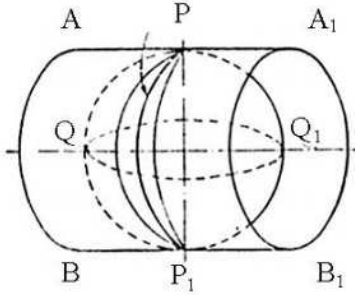
Topografiki kartalary özleriniň masştablaryna baglylykda, dürli ölçegdäki sahypalarda çap edilýär. Olar şeýle hem her masştab üçin kesgitli geografiki diňligi we uzaklygy almagy bilen bir-birinden tapawutlanýarlar.

2.5. Topografiki kartalaryň we planlaryň proýeksiýasy

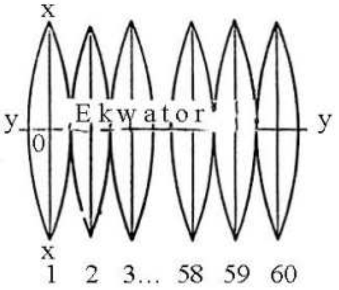
1891-nji ýylyň bäşinji Halkara geografik kongresinde **1:1000000** masştably dünýäniň kartasyny çap etmek kararyny kabul etdi(2.1-nji surat). Bir az soňrak şu masştably kartanyň her bir sahypasy giňlik boýunça **4°-lyk**, uzaklyk boýunça **6°-lyk**, çägini tutýanlygy kesgitlenildi. Şuňa laýyklykda, ýeriň üsti, şerti parallelleriň ugury boýunça, her **4°-dan,** hatarlara bölünendir, hatarlary latyn elipbiýiniň baş harplary **A, B, S,… Z** bilen belgilemek, ekwatordan günorta we demirgazyk 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 (2.2-nji surat). Birinji zona günbatarda **180°-lyk** meridian bilen araçäkleşip, gün-dogarda **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 paralelleriň 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.



2.1-nji surat. Gauss-Krýugeriň kese silindrik proýeksiýasy.



2.2-nji surat. Gönüburçly koordinatlar sistemasynyň zonallylygy.

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

Türkmenistanda topografik kartalary. *1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000* we ş. m. masştablarda, has seýrek 1:300000 masştablarda düzülýärler. **Topografik planlary** *1:5000, 1:2000, 1:1000* we *1:500* masştablarda düzülýär.

Alnan masştablaryň ählisiniň bir masştabdan beýleki masştaba geçiş koefisiýenti (0.5-2.5) bar. Geçmek koeffisienti dürli masştably kartalaryň we plan-laryň deňligini üpjün edýär, olaryň deňeşdirilmegini gysgaldýar we olary ýeke-täk sistema geçirmäge mümkinçilik berýär (2.4-nji surat).

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

1. Gündogar ýarym togalak üçin:

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

2. Günbatar ýarym togalak üçin:

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

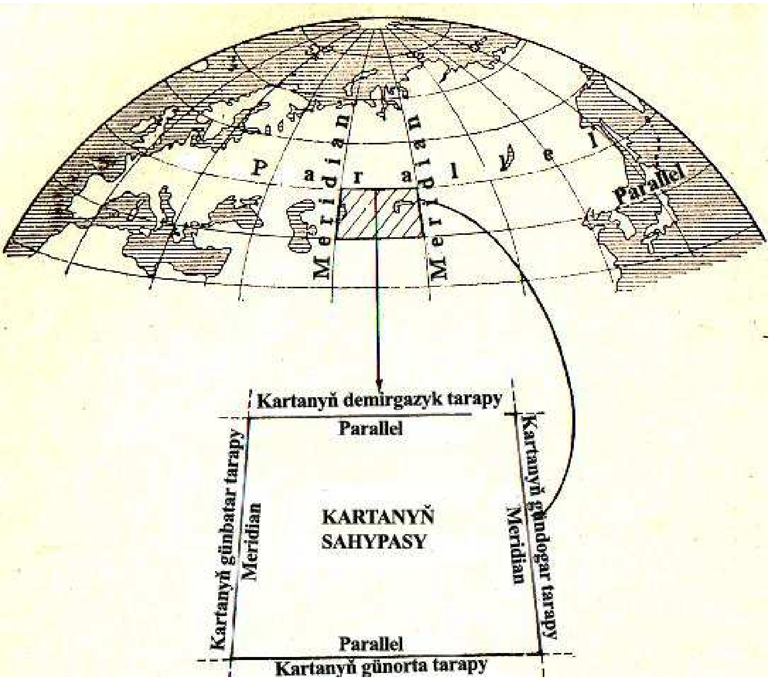
$$L_{Gd}=180^{\circ}-6^{\circ}\cdot(n-30^{\circ}).$$

Bu ýerde L_{Gb}-zonanyň günbatar 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 zonalardan peýdalanylýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianlary bilen alty graduslyk zonanyň orta meridiany ýa-da olaryň gyraky araçäkleşýän meridiany gabat gelýär. Birinji zonanyň üç graduslyk we alty graduslyk zonalarda orta meridian şol bir bahany alýar. Üç graduslyk zonanyň orta meridianynyň uzakly-gyny aşakdaky formula arkaly hasaplamak bolar:

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

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



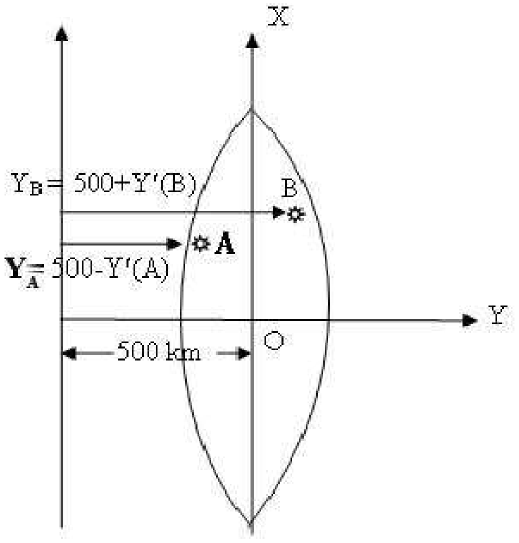
2.3-nji surat. Topografiki kartasynyň sahypasyny çäklendirýän elementler.

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 ýerleşişi bilen kesgitlenilýär. Mysal hökmünde 2.4-nji suratda $\mathbf{A_1}$**,** $\mathbf{A_2}$**,** $\mathbf{A_3}$ we $\mathbf{A_4}$ nokatlaryň tapylyşyny görkezmek bolar.

Biziň **Türkmenistan** diýarymyzyň ýeriniň çäginiň demir-gazyk 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. 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.



2.4-nji surat. Koordinatlaryň şertli ordinatlar sistemasynyň alnyşy.

Nokatlaryň şertli ordinatlaryny şu aşakdaky formulalaryň kömeginde kesgitle-mek bolar:

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

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. Meselem, 1 we 2 nokatlaryň tablisadan alnan ordinatlary Y_1=*-230456.7 m we*

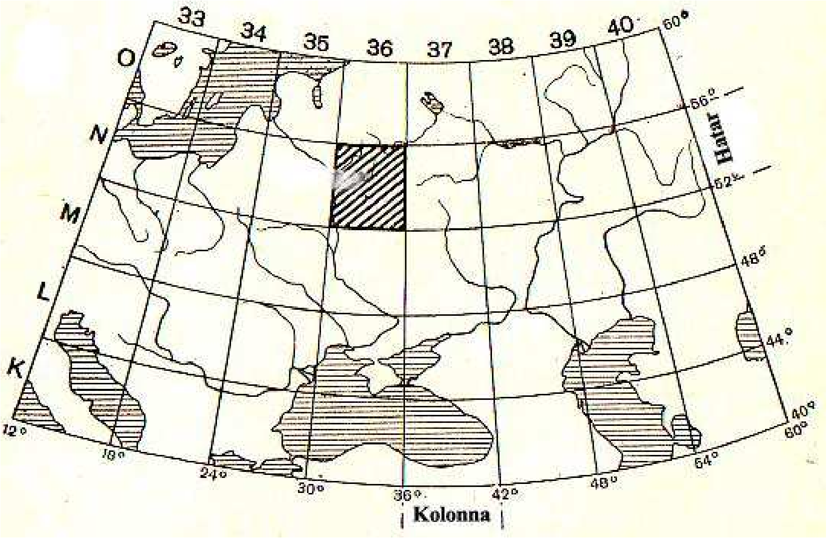
Y_2=270955.0 m bolsa, onda nokatlaryň şertli ordinatlary şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

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

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

Hasaplanan şertli ordinata bahalaryň öňüne 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:

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



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

Bir zonanyň içinde, bir nokadyň üstünden geçýän koordinatlar okunuň çyzygy (ok meridiana parallel çyzyk) bilen geografiki meridianyň ugry bagat gelmeýär we olaryň arasynda haýsy hem bolsa burç emele gelýär. Bu burça meridianlaryň ýakynlaşma burçy diýilýär we 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 iň uly bahany zonalaryň araçäginde alýar. *Sin B*-niň bahasy *0-dan 1-a* çenli aralykdaky bahalary alýar, nokadyň giňligi bolsa 0°-90°-a çenli çäklerde bolýar. B=0° (ekwatorda) $\gamma=0^\circ$, emma $B=90^\circ$-a (polýuslarda) deň bolanda $\gamma=3^\circ$ bolar.

2.6. 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.

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 proýeksiýalarda araçäkleşýän çyzyklar bolup meredianlar durýar. Gönűburçly 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 oňaýlydyr. *Bu usulyň kemçiligi bolup,* meridianlaryň we parallelleriň çyzyklarynyň ýerleşişini hyýaly oriýentir-lenen ýaly görkezýär(şeýle görnüş, ok meridiandan daşlaşdygyňça duýulýar) we grafalara bölünen her bir sahypanyň bilelikde ulanmak mümkinçiligini kynlaşdyrýar. Gönüburçly grafalara bölmek adaty ýagdaýda köp sa-hypaly kartalar ýaly ulanylýar. Kartalary bir-birine sepleşdirmeli ýa-da kitap görnüşinde neşir edilmeli bolanda ulanylýar. Ony häzirki zaman to-pografik kartalarynyň taýýarlanyşynda *Angliýanyň, Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň, Şweýsaryýanyň, Belgiýanyň, Türkiýäniň* we *başga döwletleriň topografik kartalaryny* düzmekde ulanýarlar.

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

2.7. Topografiki kartalaryň nomenklaturasy

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

$$N=B(\varphi)/4°+1;$$

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

$$M=L(\lambda)/6°+(30+1)$$

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

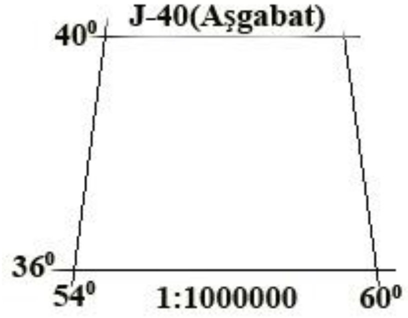
$$N=39°/4°+1=10$$

ýagny punktyň ýerleşýän hatary 10-njy, *J* bolar.

Punktuň ýerleşýän zonasy:

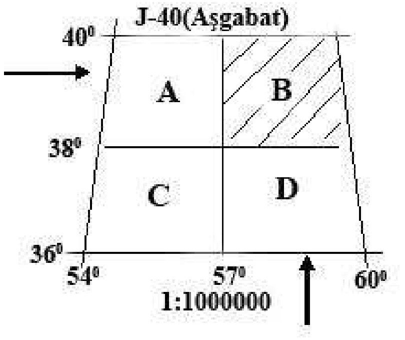
$$M=55°/6°+(30+1)=40$$

ýagny *40-nji zona* bolar (2.6-njy surat).



2.6-njy surat.

1:1000000 masştably kartanyň nomenklaturasy(sahypanyň belgilenişi) tapylanda, zonada ýerleşen nokadyň geografiýa koordinatalaryndan peýdalanylýar. Ony tapmak üçin ilki bilen onuň ýerleşen hatary, soňra ýerleşen zonasy tapylýar.

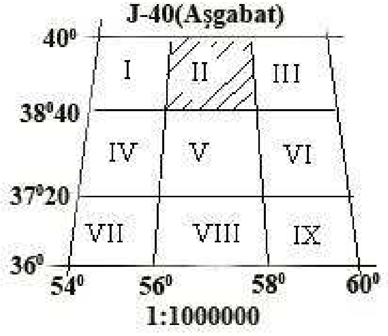


2.7-nji surat.

Meselem, **Aşgabat** şäheriniň ýerleşýän nomenklaturasy **J-40 (9.1**.5-njy surat)**, Nebitdag** şaheriniň nomenklaturasy **K-40, Mary J-41, Türkmenabat J-41**, **Daşoguz K-41,** Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **4**$^{\circ}$, uzaklyk boýunça bolsa *6*$^{\circ}$*-lyk* bahalary alýar.

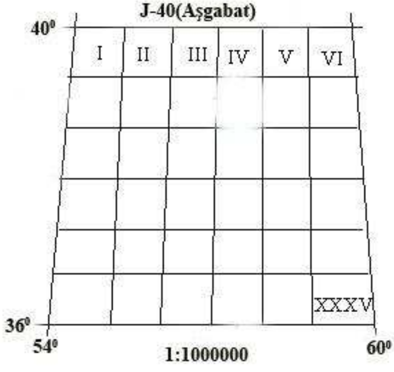
1:500000 masştably topografik kartanyň nomenklaturasy tapylanda, zonadaky ýerleşen nokadyň, berlen geografik koordinatalary arkaly tapylýar. Ony tapmak üçin *1:1000000* masştably kartany jemi dört sany sahypa bölüp, olary uly **A, B, C** we **D** harplary bilen belgileýäris (2.7-nji surat). Olaryň her bir

sahypasynyň ölçegleri, uzaklyk boýunça **3°,** giňlik boýunça **2°** bahalara deňdir. Meselem, ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-B** bolar.



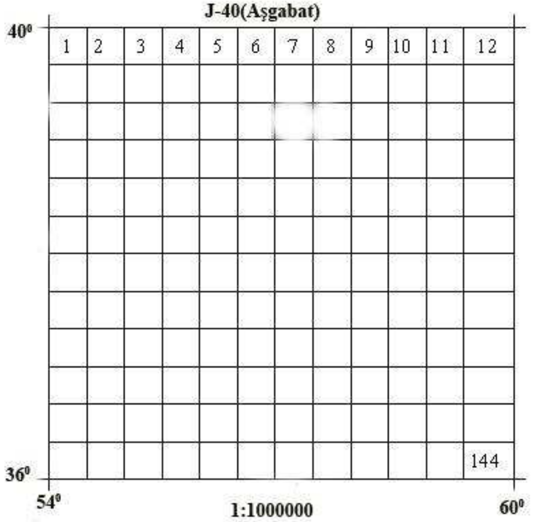
2.8-nji surat.

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°20'** bahalary alýar (2.8-nji surat). Bu ýerde bir zady belläp geçmek gerekdir, ýagny nokadyň ýerleşen sahypasynyň nomenklaturasy ýazylanda, **1:1000000** masştably kartanyň ady ilki bilen ýazylman, onuň yzyndan ýazylýar, meselem sahypanyň nomenklaturasy **III-J-40** bolar.



2.9-njy 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 (2.9-njy surat). Sahypanyň ölçegleri uzaklyk boýunça **1°00'** bolup, giňlikde **0°40'** bahalary alýar. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-XXX** bolar.



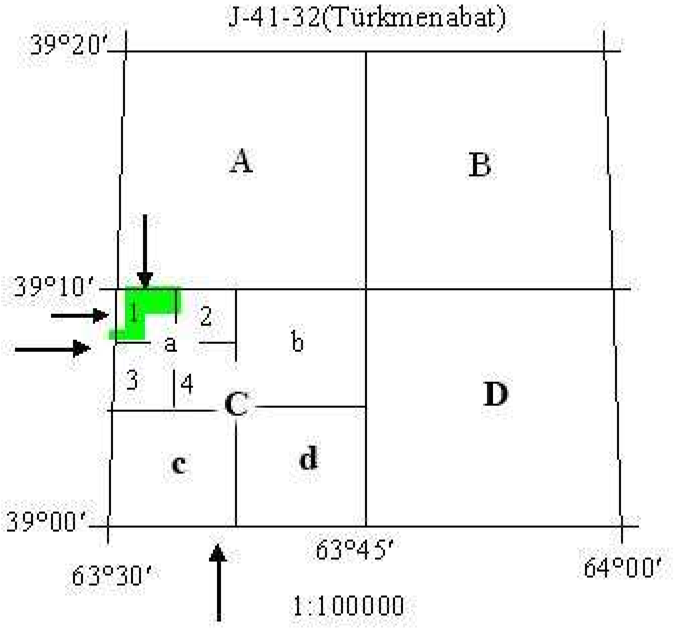
2.10-njy surat.

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 nomenklaturasy **J-40-64** bolar (35-nji surat).

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

1:50000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin *1:100000* masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris (2.11-nji surat). Sahypanyň her birini uly **A, B, C** we **D** harplary bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça **$0^0$10'** bolup, uzaklyk boýunça bolsa **$0^0$15'** bahalara deňdir. *1:50000* masştably kartanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-64-B** bolar.

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



2.11-nji surat.

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 2.1-nji tablisada berlen.

2.1-nji tablisa

Sahypanyň ölçegleri we olaryň nomenklaturasy

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

Topografiýa kartalarynyň gerek bolan nomenklaturasyny tapandan soňra, olaryň çäklendirýän meridianlary we 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 2.2-nji tablisada berlendir.

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

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

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

2.2-nji tablisa

Trapesiýanyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş tablisasy

L / *L₀* / *B* *l= L- L₀*	55°45′00″ 57°00′00″ -1°15′00″	55°52′30″ 57°00′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″	

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 öňüne zonanyň tertibini goýýarys. Biziň mysalymyzda nokatlaryň 40-njy zonada ýerleşenligi sebäpli olaryň hasaplanan şertli ordinatlarynyň öňüne 40 sany goýýarys. Mysal:

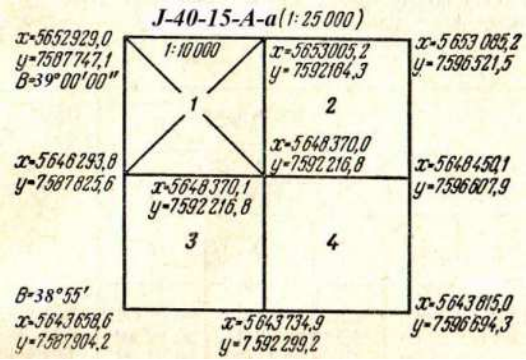
$Y_{1\ şertli}=500000+(-109420.7)=390579.3\ m;\ Y_{1\ şertli}=40390579.3\ m$

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

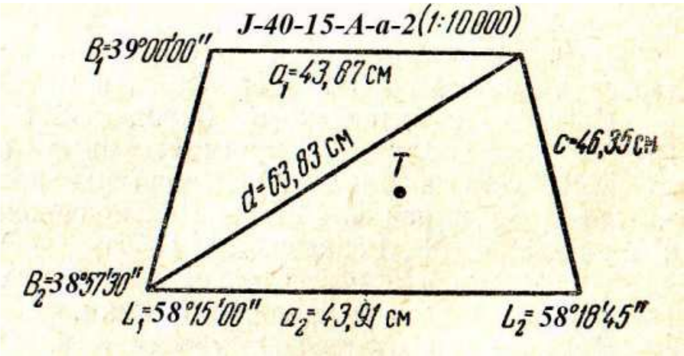
Meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny tablisadan *J-guşaklyk* boýunça alýarys. Soňra, trapesiýany gurmak işine girişýäris.

Trapesiýany gurandan soňra, onuň guruluşynyň dogrulygyny tablisadan alnan ölçegleri deňeşdirmek arkaly barlanylýar. Tablisadan alnan ölçegler şu aşakdakylardyr (2.12-nji surat):

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



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



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

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

2.8. 1:5000 we ondan uly topografiki kartalaryň (planlaryň) nomenklaturasyny kesgitlemek

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

1:5000 masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň görnüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş mysalyny tablisadan görmek bolar. Koordinatlaryň ululygy we kartanyň ramkasynyň ölçegleri "Gönüburçly koordinatlaryň, ramkanyň we meýdanlaryň ölçegleriniň tablisasy" kitabyndan alynýar (2.3-nji tablisa).

2.3-nji tablisa

1:5000 masştably topografiki planynyň koordinatlaryny kesgitlemek

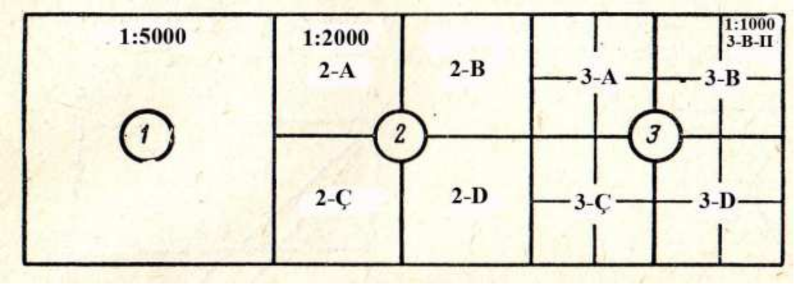
Trapesiýanyň nomenklaturasy we geografiki koordinatlary, gradusda						Gönüburçly koordinatlary, metrde	
1:1000000			*1:5000*				
J - 40			*J-40-1- (45)*			*x*	*y*
	B	*L*		*B*	*L*		
1	2	3	4	5	6	7	8
DGb	40°00′	60°00′	DGb	39°57′30″	55°22′30″	6649606.2	20951.6
GGb	36°00′	54°00′	GGb	39°56′15″	55°22′30″	6647285.1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

2.4-nji tablisa

Topografiki planlaryň sahypalarynyň ölçegleri

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

- Planşetleri grafalara bölmegiň esasy *1:5000* masştably planlaryň kwadratlary durýar. Olara arap sanlary *1, 2, 3* we *4* sanlar bilen belgilenilýär. Her bir kwadrat 1:2000 masştably dört kwadrata bölünýär. Olaryň her biri Türkmen elipbiýiniň *A, B, Ç* we *D* baş harplary bilen belgilenilýär. *1:2000* masştably kartanyň sahypasy san we harplar bilen belgilenilýär. Meselem , **2-B**.
- *1:1000* masştably kartanyň nomenklaturasyny *1:2000* masştably kartanyň sahypasyny dört bölege bölmek bilen kesgitlemek bolar. Olaryň her birini rim sanlary **I, II, III** we **IV** bilen belgilemek kabul edilendir. Sahypalaryň umumy belgilenmesi üç belgi bilen amala aşyrylýar (2.14-nji surat). Meselem, **3-B-II**.
- Surata almagyň esasy teodolit ýörelgesiniň üsti bilen berlen masştab üçin görkezmeleriň esasynda alnyp barylýar.



2.14-nji surat. 1:2000 we 1:1000 masştably topografiki planlarynyň nomenkleturasynyň kesgitlenişi.

III. TOPOGRAFIKI KARTALARDAN GEOGRAFIKI OBÝEKTLERI ÖWRENMEK

3.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje

Topografiki kartalardan ýurdumyzyň ýeriniň çägini geografik jähtden öwren-meklik, halk hojalygyň dürli pudaklaryny alyp, olar boýunça köp görnüsli amaly meseleleri çözmeklik hem-de dürli işleri geçirmek maksadynda peýdalanylýar. Topografiki kartalary ýeriň üstüniň çägini öwrenmeklik 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 çäginiň 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 bilmak bolar. Şonuň üçin, topografiki kartany öwrenmekde şertli belgileri bilen bir hatarda, kartadaky dürli geografiki obýektleriň bir-birine baglylykda üýtgeýşini görmek bolar. Netijede, ýeriň çäginiň 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 häsi-ýetlerine baglydyr. Şonuň üçin hem topografiki kartada ýeriň çägini geografiki taýdan dogry, amatly we ýeňil teswirlemegi berýän şertli belgileri işlemek uly ähmiýete eýedir.

Topografiki kartalara bolan talaplaryň artdygy saýyn, ylym we tehnika rowaç-lanýar, şonun üçin topografiki şertli belgileri hem kämilleşdirilýär. Ilatly punkt-lar, ýer üstüniň relýefi, ösümlik we toprak örtügi we beýlekileriň perspektiwaly şertli belgileriniň ýerine takyk we ýeňil teswirlemäge mümkinçilik berýän hem-de kartalardan peýdalanmagy ýeňilleşdirýän amatly şertli belgileriň ulgamy kabul edilýär. Biziň 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 şetrli 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) ösümlik we toprak örtügi;
d) aragatnaşyk ýollary we serişdeleri;
e) ilatly punktlary;
ä) sena-gat, oba hojalyk we medeni-durmuş obýektleri;
m) araçäkler;
n) oriýentir üçin ähmiýetli möhüm obýektleri görkezilýär.

Topografiki şertli belgileriň häsiýetine hem-de ýerine ýetirýän funksiýasyna seredip: *masştably(sudurly), masştabsyz* we *düşündiriş belgilerine* bölýärler. Käbir edebiýat çeşmelerinde şertli belgileriň üçünji topary çyzykly belgileri diýip atlandyrylýar. Masştably ýa-da sudurly şertli belgileri bilen kartanyň masştabynda görkezmek mümkin bolan şekiller meselem, orulýan ýerler, sürülýän ýerler, öri meýdanlary, tarp ýerleri, baglar(miweli, tutly, üzümli we beýlekiler), batgalyklar, köller we ş. m. teswirlenilýär. Masştably şertli belgileri bilen teswirlenen sudurlaryň uzynlygyny, giňligini we meýdanyny kesgitlemek mümkindir. 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.

Masştabsyz şertli belgiler bilen obýektleri şekillendirmegiň mysalyna seredip geçeliň. Onda obýektler geometriki figularyň merkezi boýunça, giňlik esasynyň ortasy boýunça, belginiň esasyndaky göni burçuň depesi boýunça we çyzlşyrymly figuranyň aşaky figurasynyň ortasy boýunça kartalarda şekillendirilýär.

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

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 sudurynyň çäginde berilýän, orulýan ýeriň toruny görkeziji şertli belgi we derýanyň akymyny we onuň akyş 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.

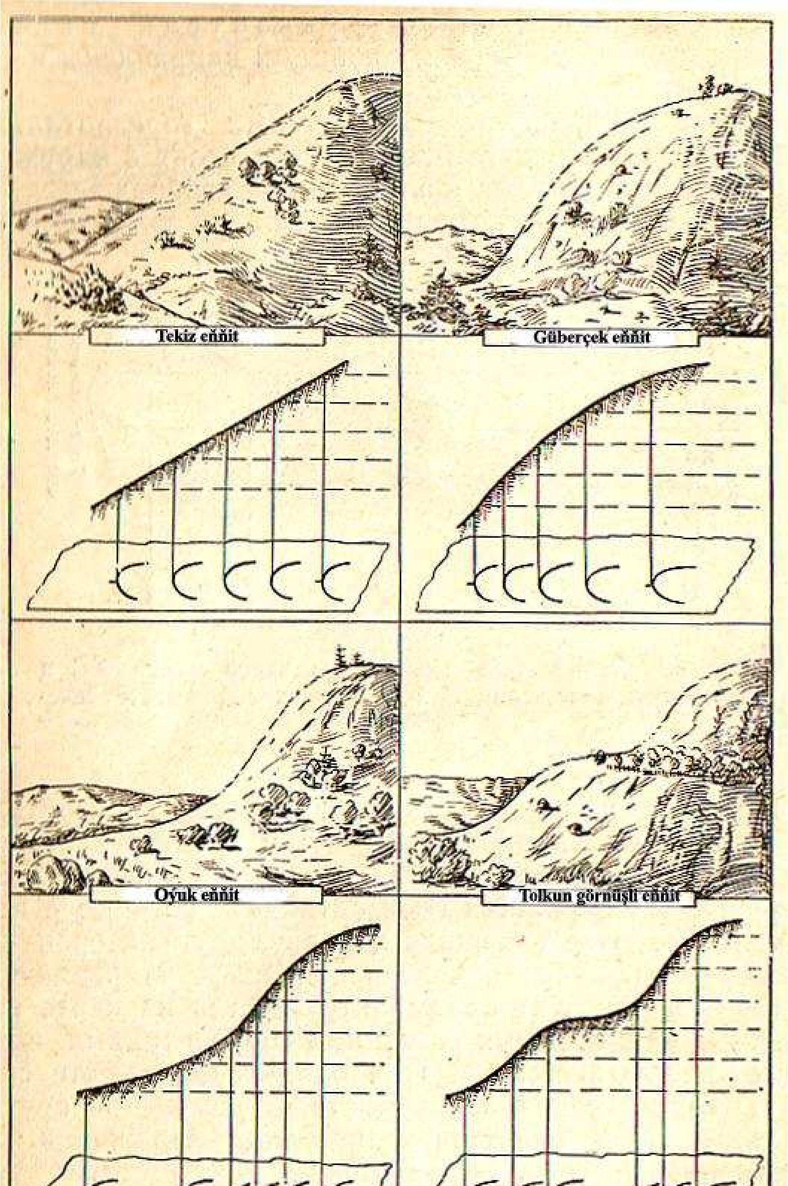
Türkmenistanyň topografiki kartalarynda ulanylýan şertli belgiler we ýazuwlaryň çyzylyş, ýazylyş tertibi, ölçegleri, häsiýeti we beýleki hususyýetleri *geodeziýanyň we kartografiýanyň mahsus görkezme gollanmalarynda* berlendir. Bu görkezmeler Türkmenistanda topografiki kartalary düzmek we olardan peýdalanmak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

3.2. Topografiki kartalardan relýefi öwrenmek

Ýer üstüniň tekiz dälligi, beýikli-pesligi, ýagny peslikleriň, beýiklikleriň we düzlükleriň ýygyndysyna şol ýeriň relýefi diýilýär.

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

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



3.3-nji surat. Ýer üstüniň eňňitligi.

Relýef görnüşleri gelip çykyşy, uly-kiçiligi, häsiýeti, beýikligi boýunça bir-näçe görnüşlidir. Geodeziýada relýef formalary daşky görnüşi boýunça topar-lara bölmeklik kabul edilendir. Relýefiň formalary daşky görnüşi 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 (3.1-nji surat).

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

Relýefiň peslik görnüşüniň iň ulysy *çöketlikdir*. Çöketligiň uzynlygy, giňligi, çukurlygy dürli görnüşli bolýar.

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

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

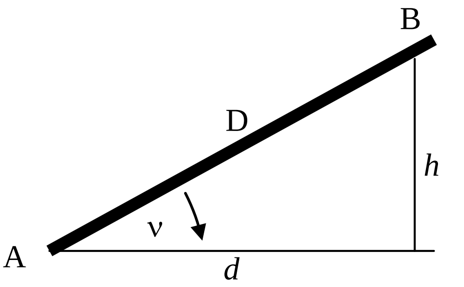
Wagtlaýyn akar suwuň oýup giden uzyn kert kenarly çukuryna *jar* diýilýär. Adatça jaryň aşagy dik bolup, onda ösümlik ösmeýär. Jarlaryň uzynlygy *birnäçe metrden* **onlarça km**, çuňlugy bolsa **50 m-e** ýetmegi mümkindir.

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.

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

3.3. Ýer üstüniň relýefini topografiki kartada şekillendirmek

Ýer űstűniň 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; ç) eňňitleriň ugruny we ýapgytlygyny; d) ýer üstüniň beýleki sudurlarynyň relýef bilen baglylygyny kesgitlemäge kömek berýär.

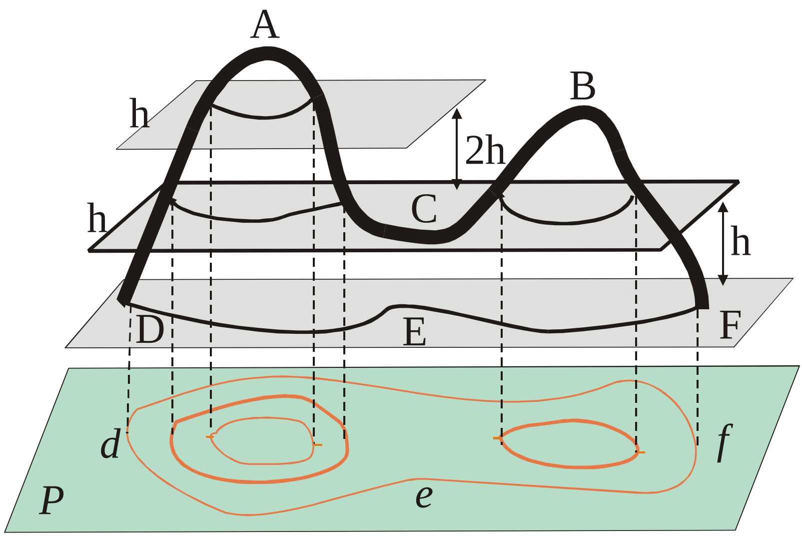


3.2-nji surat. Eňňidiň elementleri

Topografiki 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 çäginiň dürli masştablardaky topografiki kartalary düzülen wagtynda we beýleki ylmy hem-de amaly işlerde peýdalanmak mak-sadynda geodezik beýiklik daýanç torlary emele getirilendir. Topogarfiki 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. **Gorizontal** - beýikligi birmeňzeş bolan nokatlar toplumyny birleşdirýän ýapyk egri çyzykdyr. Gorizontala başgaça izogips diýip hem aýdylýar. Gorizontallaryň emele geli-şini aşakdaky ýaly düşün-dirmeklik bolar. Depäni bir meňzeş beýiklikden geçýän gorizontal tekizlik kesip geçýär diýip pikir edeliň, şu ýagdaýda bu gorizontal tekiz-likleriň depedäki eňňitleri bilen kesişen ýerlerinde egri çyzyklar emele gelýär(3.2-nji surat).



3.3-nji surat. Gorizontallaryň emele gelişi.

Iki gorizontal tekizligiň wertikal ugurdaky aralygyna - **relýefiň kesişme beýikligi** (*h*), iki gorizontalyň arasyndaky eňňit aralyga - **gorizontallaryň goýmasy** (*d*), eňňit bilen gorizontal 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 (3.3-nji surat):

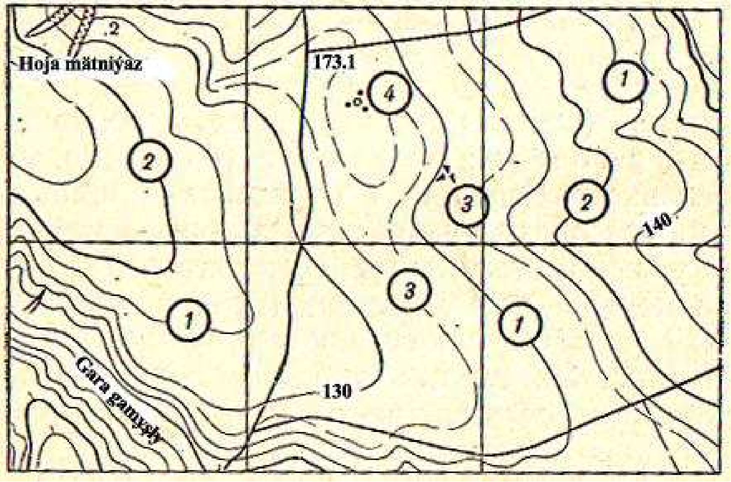
$$h=d\cdot tg\ \nu\,;\ \ d=h/tg\ \nu\,;\ \ tg\ \nu=h/d.$$

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

Topografiki kartalarda eňňidiň görnüşleri gorizontallara gysga çyzyklary, bergştrihleri çyzyp görkezýärler. Bergştrihiň erkin ujy haýsy tarapa ýönelse, eňňidiň ugry hem şol tarapa bolýar. Kartada teswirlenen ýeriň eňňitligini haýsy tarapa seredilenligi, aýry gorizontallara ýazylan sanlardan bilmek bolar, sanlaryň aşaky tarapy eňňidiň 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 bäşinji gorizontaly ýogyn edip çyzýarlar. Meselem, gorizontallaryň kesişme beýikligi 2.5 metr bolsa, onda her onunjy gorizontal **0 m, 12.5 m, 25.0 m** we ş. m. Eger-de relýefiň kesişme beýikligi 5 m bolsa onda, **0 m, 25 m, 50 m, 75 m** we **100 m** ýaly gorizontallar ýogyn edilip kartada çyzylýar. Daglyk ýerlerde iki ýogyn gorizontalyň arasynda galýan gorizontallary çyzyp bolmasa, olaryň bazisleri çyzylyp galdyrylýar we goşa gorizontallar bir-biri bilen goşulyp gidýär. Aýry ýerlerde, relýefi esasy gorizontallar bilen doly görkezip bolmadyk ýagdaýynda relýefiň kesişme beýikliginiň ýarysyna deň bolanlary çyzylýar. Olara goşmaça gorizontallar diýilýär. Goşmaça gorizontallardan kartada *ýarym* we *çärýek* gorizontallary ulanylýar. *Ýarym gozizontalr* kartada üzňe çyzyk görnüşinde çyzylýar. Olaryň beýikligi, bitewi gorizontallaryň beýikliginiň ýarysyna deň bolan aralykdan geçirilýär. Meselem, bitewi gorizontalyň kesişme beýikligi *5 metr* bolsa, onda ýarym gorizintalyň 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 üzňe çyzyklar bilen geçirilýän gorizontal *çärýek gorizontal* 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 beýik-ligi 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 gorizontal we nokadyň Baltika deňziniň suwunyň üstünden hasaplanan beýikligini görkezýär (3.4-nji surat).



3.4-nji surat. Gorizontallar bilen Ýer üstüniň relýefini şekillendirmek: 1-esasy galňaldylan gorizontal; 2-esasy gorizontal, 3-ýarym gorizontal; 4-çärýek gorizontal.

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 kartada jar we jülgäniň teswirlenişi şol ýerleriň nähili öwrenilenligini, onuň gurluşyk, halk hojalygy we beýleki işleri üçin ýarawly ýa-da ýaramaýanlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

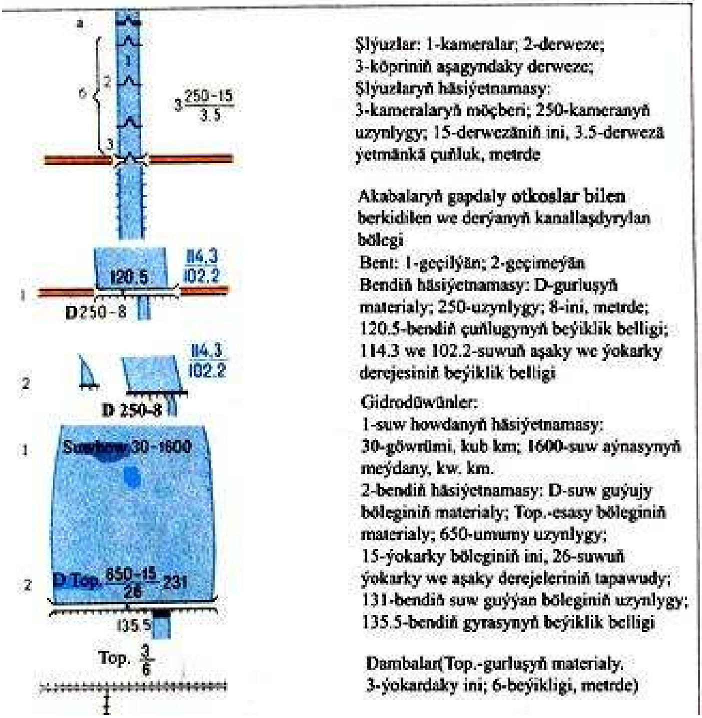
3.4. Kartada gidrografiýa tory

Kartanyň *matematik esaslaryna* kartografiki proýeksiýalary, kartanyň mas-ştaby, döwlet geodeziki daýanç punktlary, kartanyň çarçuwasy we ş. m. girýär. Kartanyň matematiki esasynyň düýp mazmuny bilen biz kitabymyzyň IV babynda tanyş bolupdyk.

Gidrografiýa özüniň giň manysy boýunça ummanlaryň, deňizleriň, kölleriň, derýa torlarynyň we beýleki suw çeşmeleriniň, kenar ýaka çyzyklaryny kartada görkezilmegini öz içine alýar. Kartanyň gidrografiýa tory kartanyň masştabynyň mümkinçiligine baglylykda, maksimal dolulyk bilen görkezilýär.

Umumy geografiýa we topograrafiýa kartalara göz aýlanda ilki bilen okaýjynyň gözüne gidrografiýa tory ilýär. Olar kartada gök reňkiň üsti bilen suratlandyrylýar (3.5-nji surat). Gidrografiýa tor fiziki-geografiýa elementleriniň esasy bolmak bilen çäklenmän, olar adamyň ýaşaýyş durmuşynda hem ähmiýetlidir. Türkmenistanyň kartalarynda deňizlerden: Hazar denizi; uly derýalardan: Amyderýa, Murgap, Tejen, Garagum we Türkmen derýalary; uly köllerden Sary-gamyş 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, masştabyň kiçelmegi bilen olaryň, ini masştabdan daşary ýerleşdirilýär. Olar şertli belgiler, ýazgylar we sanlar bilen goşmaça doldurylýar. Gidrografiýa 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.



3.5-nji surat. Gidrografiki obýektler.

Bir we iki çyzykly derýalary görkezmegiň kriteriýasy bolup olaryň ini durýar. Aşakdaky tablisada, derýalary masştaba baglylykda nähili şekillendirmelidigi görkezilendir (3.1-nji tablisa)

3.1-nji tablisa

Derýalary Şekillindirmek	Kartanyň masştabynda, 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,	6-den	15- den	30-den	60- den köp

derýanyň hakyky inini saklamak bilen	köp	köp	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, obýeketleriň görnüşini, özüniň ölçeglerini, transport äh-miýetlidigini görkezmek bilen kartada suratlandyrylýar.

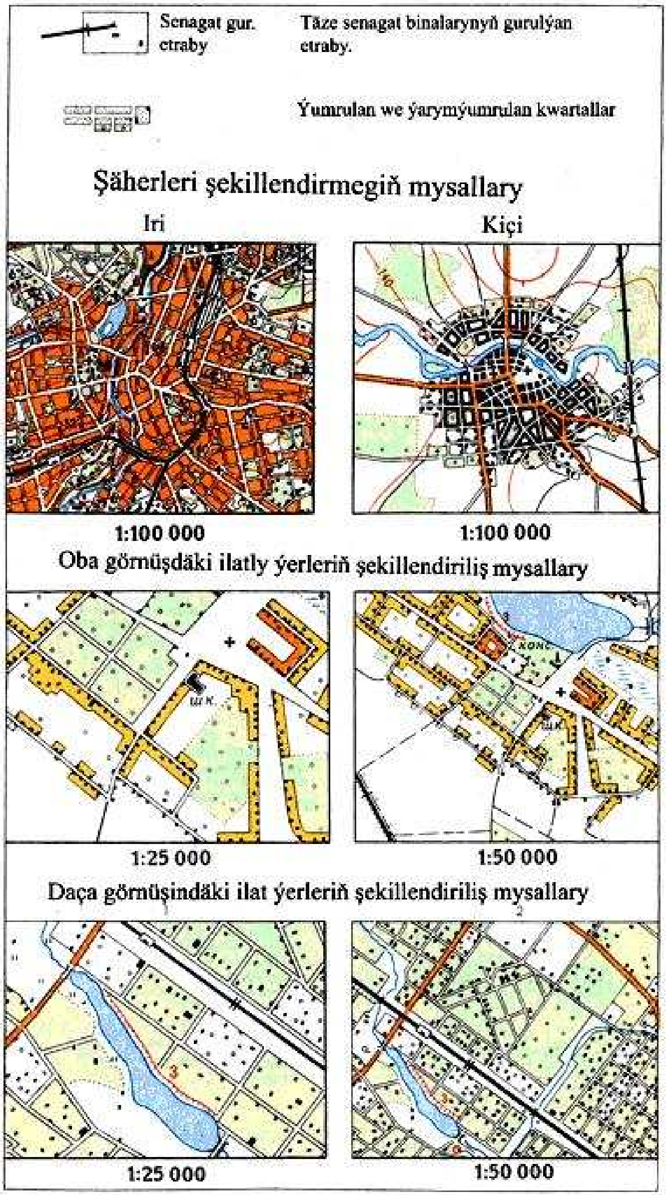
Derýa suwunyň derejesiniň absolýut beýikligini kesgitlemek üçin derýalarda kenar ýakada bellenen, ölçenen derejä(urowene) getirlen beýikligi görkezilýär.

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

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.

3.5. 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 (3.6-njy 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 esaslanylýar. *1:1000000* masştably *gözýetimli-topografiýa* kartasynda olaryň 12-15%-ini görkezmek bolar.



3.6-njy surat. Topografiki kartasynda ilatly punktlar.
I

Ilatyň alyp barýan önümçilik işlerine we ilatly punktlardaky ýaşaýjylaryň sanyna baglylykda: şäher, şäheçeler, senagat kärhanalarynyň, demir ýollaryň, ýanyndaky ýaşaýyşlar, oba we daça görnüşdäkilere bölünýär. Iň möhüm orunlary iri ilatly punktlary, olardan *100000* ýaşaýjydan 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 çägindäki we oňa barylýan ýerleriň aýratyn-lyklary, abadanlaşdyrylyşynyň häsiýetleri, binalaryň gürligi, ýerasdy gurluşlaryň barlygy we suwlaryň derejesi bilen tapawutlanýar.

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

Ilatly punktlar kartada şekillendirilende: ilatly punkyň *görnüşi*, *ýaşaýjylarynyň mukdary* we *syýasy-dolandyryş* bahany alýandygy göz öňünde tutulmak bilen görkezilýär.

Kartalarda ilatly punktlaryň görnüşi 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 görnüşi 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 ýaşaýyş 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 görnüşi boýunça tapawutlandyrmak bilen alynýar.

1:25000-1:1000000 masştably topografiýa kartalarynda şäherler ýaşaýjylary-nyň 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* ýaşaýjydan kän(200 öýden köp), *500-den 1000 çenli (*100-den 1000 öýe çenli*), 100-den 500 çenli(*20-den 100 öýe çenli*) we 100* ýaşaýjydan az bolan ilatly punktlar tapawutlandyrylyp berilýär.

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

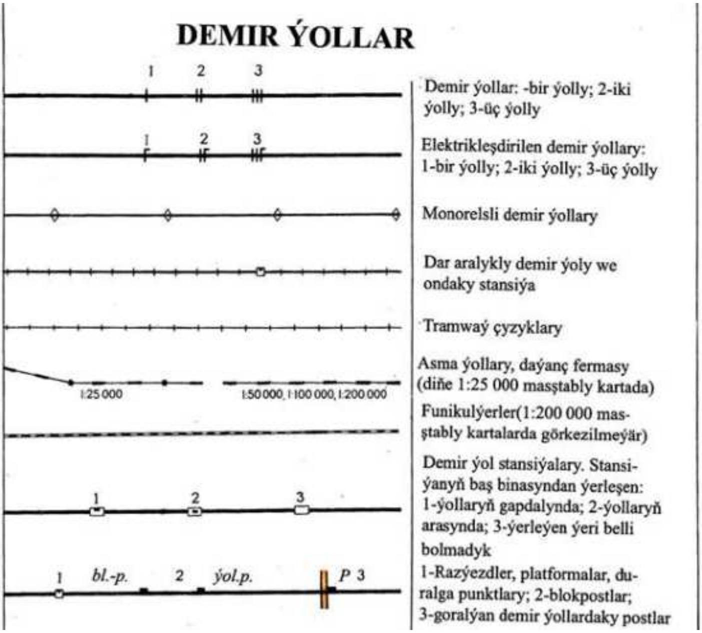
Eger-de *1:10000* we ondan uly masştably kartalarda ähli ilatly punktlar görke-zilýän bolsa, *1:200000* masştably kartalarda ilatly punktlar orientir ähmietli bolmasa galdyrylyp, galanlary saýlamak prosessine duçar bolýarlar. *1:500000* masştably kartalarda ilatly punktlaryň käbir bölegini aýyryp, galanlaryny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

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

3.6. Kartada aragatnaşyk ýollary

Aragatnaşyk ýollary adamyň durmuşynda esasy orunlary tutýar. Biz durmuş-da 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 Magtymguly aýynyň 13-nde maýynda açylan **Tejen-Sarahs-Meşhed** demir ýoluny, 1999-njy ýylyň sentýabr aýynyň 29-yna gurlan, ýurdumyzyň we beýleki ýurtlaryň ykdysadietini ösdurmekde wajyp rol oýnajak **Türkmenabat-Atamyrat** demir ýoluny öz zynjyryna goşdy. Demir ýollarynda hereket: dizelli, bugly we elektrik çeşmeleriniň kömegi bilen hereket edýän ýaly tapawutlandyrlyp, kartalarda görkezilýär. Şeýle hem demir ýollary kartalarda şekillendirmekde geçiş relsiniň ini, giň inli(*1435 mm* we ondan ulylary, biziň ýurdumyzda we **GDA-nyň** döwletlerinde-*1524 mm*) we dar inli(*1435 mm* we onda az); gatnaw ýollary boýunça birgatnawly, iki gatnawly, üçgatnawly, görnüşi boýunça: hereket edýän, gurulýan we ýygnalan ýaly toparlara bölünip görkezilýär (3.7-nji surat).



3.7-nji surat. Topografiki kartasynda demir ýollar.

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

3.8-nji surat. Topografiki kartasynda awtomobil ýollary.

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* inlilikdäki ýüklenýän-düşürilýän gurluşlary, onuň hakyky inliligi 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, kötpriniň gurlan materialy, suwyň üstünden fermanyň(üçegiň) 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 parametrlerinden, ýoluň geçiş böleginiň ini, örtügiň görnüşi, ýoluň uzabaýuna eňňidi(ýapgytlygy) we öwrümiň radiusy, ýol gurluşlarynyň barlygy we onuň häsiýetini görkezmek bolar (3.8-nji surat).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

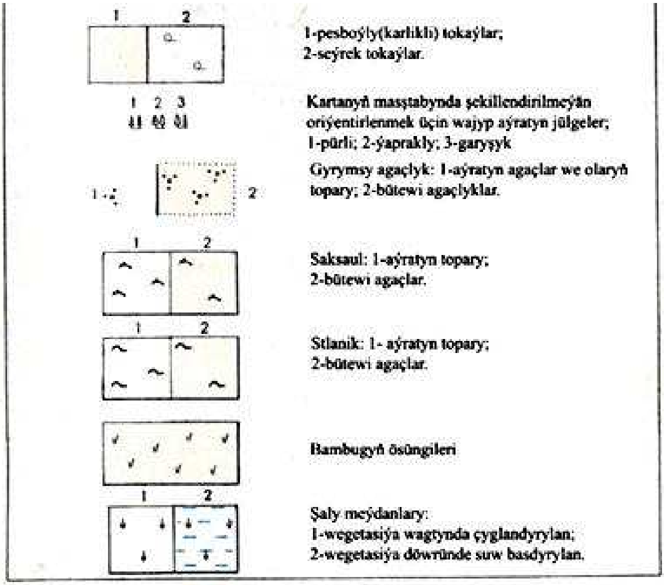
Topografiýa kartalarynda ýollar çyzykly şertli belgileriň kömegi bilen, iki çyzykly(awtostradalar, kämilleşdirilen şosse we şosse, kämilleşdirilen toprak ýollary) we bir çyzykly meýdan toprak ýollary, üzňe çyzykly pyýada ýollary şekillendirilýär.

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

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

3.7. Kartada ösümlik örtügi we topragy

Tebigatda toprak we ösümlik örtügi (ýapynžasy) özüniň baý, dürli görnüşliligi bilen tapawutlanýar. Emma muňa garamazdan, hiç bir umumy geografiýa karta, nähili uly masştably bolsa-da, şol baýlygy doly geçirmäge mümkinçiligi ýokdyr. *Toprak-ösümlik* örtüginiň doly görkezilmegi, kartadaky beýleki elementleriň görkezilmegine zyýan getirmezligine baglydyr. Diňe esasy mazmuny *toprak-ösümlik örtügüniň* elementlerini *görkezýän kartalarda* ýeterlik doluluk bilen görkezilýär (3.9-njy surat).



3.9-njy surat. Topografiki kartasynda ösümlük örtügi.

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

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

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

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

Gyrymsy tokaý-agaçlaryň beýikliginiň *4-metre* çenli aralykdaky tokaýa aýdylýar. Gyrymsy tokaýlarda her bir 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 baglar, sitrus ekinleriniň plantasiýalary, tut agaçlary, üzümlikler, çaý 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 çölüň uly meýdanyny çägeler tutýar. Olar depe, geriş we oýluk görnüşli duş gelýär.

Çöllük ýerlerde köpräk takyrlar, şorluk ýerler duş gelýär. *Takyr*-çöllük ýerlerde tekiz toýunsow görnüşli, relýefiň pes ýerinde duş gelýär.

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

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

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

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

Zawodyň, we fabrigiň trubalaryny, radio we telewizion maçtalary, *50 m* we ondan beýik(uzyn) bolan binalar, hem-de ilatly punktlarda ýerleşýän terrikanlar kartalarynda şekillendirilende, olaryň şertli belgisiniň ýanyna beýikligini ýazmak bilen, eger-de bu bina ilatly punktyň çäginde ýerleşmedik bolsa, onda olaryň şertli belgisiniň ýanyna deňiz derejesinden beýikligi hem ýazylýar (3.10-njy 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 alynýan peýdaly baýlyklar we olaryň ýerleşýän ýerleri özleriniň sudury, ýagny gazylyp alynýan ýeriň çäginiň meýdanyny görkezmek bilen geçirilýär. Karýerleriň belgilenýän ýerleriniň ýakynynda *1:25000* we *1:50000* masştably

kartalarda *1 metre* çenli çukur, şeýle hem *1:100000* masştably kartada *2 metrden* çukur bolan ýerleri mertde ýazmak bilen alnyp barylýar.

3.10-njy 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 içindäki truba geçirijileri degişli däldir.

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 6-8 sm daýanç çyzyklarynyň metrde, beýikligi ýazylýar. Elektrik geçirijili çyzyklary we ilatly punktlaryň arasyndaky arabaglanyşyklar, hem-de demir we awtomobil ýollarynyň ýakasyndakylary, düzgün boýunça kartalarda görkezilmeýär.

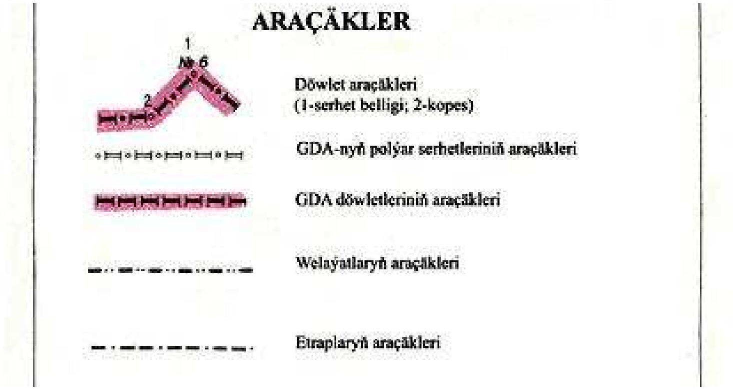
1:200000 masştably kartalarda ähli senagat, oba hojalyk we durmuş-medeni obýektleri, haçan-da düzgün boýunça, bu obýektler ilatly punktlaryň daşynda ýerleşen bolsa, saýlamak bilen alynýar.

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

3.9. 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 tassyklanan materiallara laýyklykda takyk, onuň geçýän ýerlerini görkezmek bilen şekillendirilýär. Döwlet araçäklerini görkezmekde ähli serhet belgileri we nyşanlary bilen berilýär. Eger-de araçäk derýa, ýaplar, darajyk akymlar boýunça geçse, onda şu obýektleriň iki tarapynda hem degişli serhet belgileri şekillendirilýär (3.11-nji surat).



3.11-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, öwrümli we göni araçägiň meýdançalary, gödek öwrümler 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 öwrümleri saklamak bilen şekillendirýärler.

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

Kartalarda adatça, ähli döwlet goraghanalaryň araçäkleri görkezilýär.

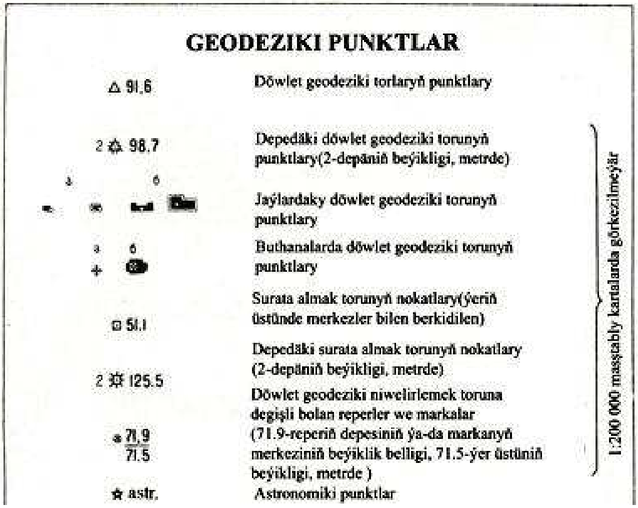
3.10. Kartada geodeziki punktlar

Kartalarda dürli şertli belgiler bilen aşakdaky geodeziýa punktlary suratlan-dyrylýar: döwlet geodeziýa torlarynyň punktlary, ýeriň üstünde merkezler bilen berkidilen, surata almagyň torunyň nokatlary, astronomiýa punktlary, döwlet niwelir toruna degişli bolan reperler we markalar şekillendirilýär (3.12-nji surat).

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

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

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



3.12-nji surat. Topografiki kartasynda geodeziki punktlar.

1:25000 we **1:50000** masştably kartalarda döwlet geodeziýa torlarynyň jaý-laryň, binalaryň diwaryndaky we metjitdäki şertli belgileri görkezilýär. Olaryň ýerleşen ýerleri hem edil geodeziýa punktlaryň funksiýasyny ýerine 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 görkezilmeýär, onda, diňe metjitdäki geodeziýa punktuň şertli belgisi görkezilýär.

Zawodlaryň we fabrikleriň trubalary, trubaly harazlar, telewizion başnýalary, 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 ýatyrmak 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.

3.11. Şelfiň topografiki kartasy

Şelfiň topografiýa kartasy gury ýeriň topografiki kartasynyň dowamydyr. Onda, ummanlaryň we deňizleriň az suwly ýerleriniň düýbiniň hem-de kenar ýaka zolaklarynyň landşaftynyň çäginiň häsiýetleri takyk suratlandyrylýar. Ondan başgada, olaryň hojalyk özleşdirilişiniň netijeleri hem görkezilýär. Şelf-bu kenar ýaka zolak bolmak bilen, düýbüniň çuňlygy *200 metre* çenli aralykda bolýar.

Edilýän talaplara görä şelfiň topografiki kartasyna şu aşakdaky kesgitlemäni bermek bolar. *Şelfiň topografiki kartasy* - bu kenar zolakdaky deňiziň düýbüniň we suw bilen örtülen şelfiniň takyk şekilidir. Ol nokadyň planly we beýiklik ýadaýyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Bu kartalary döretmek üçin esasy şertler bolup, ummanlaryň we deňizleriň ke-narynda inženerli-tehniki hem-de ylmy-barlag işleriniň ýygy-ýygydan geçiril-megidir. Şelfiň kartasyny döretmekde geçirilýän işleriň esasylarynyň biri bolup, kartanyň mazmuny, bezegi we takyklygy boýunça gury ýeriň topografiki kartasy bilen ylalaşylmagy ýa-da razylaşylmagydyr. Şonuň üçin, olar *Gausyň* proýek-siýasynda düzülýär. Bu kartalar ýeke-täk koordinatlar we beýiklik ulgamlarda, trapesiýalara bölünmegini we sahypalarynyň nomanklaturasynyň belgilenşini alýar. Bu kartalaryň ählisi **Gaus-Krýugeriň** deňburçly kese-silindrik proýek-siýasynda düzülýär.

Şelfiň planlary we kartalary şu aşakdaky masştab hatarlarynda: *1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:300000, 1:500000, 1:1000000* düzülýär.

Şelfiň topografiki kartalaryna ýene-de bir talap edilýär, ýagny olar düzülende umman nawigasiýaly kartalary bilen ylalaşylýanlygydyr. *Nawigasiýaly karta*-ummanlarda we deňizlerde transport üpjünçiligini amala aşyrmak maksadynda düzülýän kartadyr. Bu bolsa iki görnüşli kartalary bilelikde ulanmaga mümkinçilik berýär.

Kartanyň mazmunyna: sahypanyň çägindäki daýanç punktlary, kanar zolagy-nyň we gury ýeriň häsiýetleri, düýbüň relýefi we toprady, düýbüň ösümlikleri we haýwanlary degişlidir. Ondan başgada, dürli görnüşli inženerli-tehniki binalary, gidrologiki elementler (joşgunlar, gaýtgynlar ýerli akymlar, süýji suwly akym çeşmeleri we ş.m.) araçäkler (döwlet, balyk tutulýan zolagyň, deňiz gorag-hanalarynyň we ş.m. araçäkleri), nebitiň, gazyň çykýan ýerleri görkezilýär.

Agzalan desgalary gury ýeriň topografiki we deňiz nawigasiýaly kartasynda şekillendirmek üçin şertli belgiler ulgamy ulanylýar. Olar gerek bolan wagty, ýorite şertli belgileri bilen doldurylýar. Düýbüň relýefi gorizontallaryň kömegi bilen suratlandyrylýar. Olaryň kesişme beýikligi 0,5 metrden 100 merte çenli aralyklardan alynýar. Bu bolsa şekillendirmegiň masştabyna baglydyr. Goşmaça şertli belgiler bolup, daşlar, gaýalar, aşak düşmeler, ýagny gorizontallar bilen görkezip bolmaýan elementler durýar. Düýp ösümlikleriň we haýwanlaryň görnüşleriniň tapawudyny *harp belgileri* bilen görkezmek giňden ulanylýar.

IV. TOPOGRAFIKI KARTALAR BILEN IŞLEMEK

4.1 Umumy düşünje

Ýeriň çägini topografiki kartadan peýdalanyp geografiki taýdan öwrenmekde, şeýle hem ylmy-amaly meseleleri çözmekde kartadaky geografiki obýektleri ölçemek gerek bolýar. Kartadaky dürli geografiki obýektleri ölçemäge *kartometriýa,* kartadan peýdalanyp relýef dogrusyndaky dürli görnüşli maglumatlary almaga bolsa, *morfometriýa* diýilýär.

Kartometriki işleriň netijesinde dürli geografiki obýektleriň ölçegleri, meýdany, ýerdäki çyzyklaryň oriýentirleniş burçlary, nokatlaryň geografiki we gönüburçly koordinatlary we başgalar kesgitlenilýär. Morfometriki işleriň netijesinde bolsa no-katlaryň absolýut we otnositel beýiklikleri, suw howdany we onuň meýdany, ýer-däki çyzygyň ýapgytlyk burçy, dereje üstünden ortaça beýikligi, meýdanyň ortaça ýapgygy ýaly maglumatlar alynýar, şeýle hem topografiki kartasynda berlen çyzy-gyň profili gurulýar.

Kartometriki we morfometriki işleriniň maglumatlarynyň netijesi, ýagny takyklygy, ulanylýan kartanyň masştabyna, ulanylýan geodeziki gurallara we ölçemekde ulanylýan usullara baglydyr. Kartanyň masştaby näçe uly, şeýle hem ulanylýan gural we usul näçe kämil bolsa, alnan kartometriki we morfometriki işleriň netijeleri şonça-da takyk bolýar. Şonuň üçin-de karta, gural we usul kartometriki we morfometriki işleriniň nähili takyklykda kesgitlenilmegine seredilip alynýar. Olçeg işlerini geçirmekde, inženerli binalary teswirlemekde, kartadan peýdalanylanda kartada kagyzyň deformesiýasyny göz öňünde tutmak zerurdyr.

Kartany (plany) çap etmekde ulanylýan maşyn, kagyzyň boýunyň **1.6 %-e** çenli özgertmegi we inini **2 %-e** çenli gysgaltmagy mümkindir. Mundan başga-da, wagtyň geçmegi bilen howanyň temperaturasynyň we çyglylygynyň täsirinde hem-de kartanyň(planyň) kagyzynyň ölçeglerini üýtgetmegi mümkin. Ine şular, karta-nyň(planyň) *kagyzynyň deformasiýalanyşy* bolýar.

Kartometriki işleri aýratyn hem, çyzygy, meýdany we burçy ölçemekden ybarat bolanlygyndan, kagyzyň deformasiýasy *çyzykly,*

meýdanly we *burçly* deformasiýa-lara bölünýär. Kartometriki işlerinde, kagyzyň deformasiýasyny hasaba almak maksadynda, çyzykly deformasiýasynyň ululygyny bilmak zerurdyr. Kagyzyň *çyzykly deformasiýasy* kartada koordinata tory, ýagny absissa we ordinata çyzykla-ryny takyk ölçäp, ony hakyky bahalary bilen deňeşdirip kesgitlemek bolar.

Kagyzyň *çyzykly deformasiýasnyň* koeffisiýentini k bilen belgiläp, ony şu aşak-daky formula bilen kesgitleýäris:

$$k = \frac{l_o - l}{l_o}.$$

Bu ýerde l_o-kartadaky(plandaky) çyzygyň uzynlygynyň (kilometr torunyň) hakyky uzynlygy, km; l-şu çyzygyň kartada(planda) ölçenilip tapylan uzynlygy.

Kartanyň dürli bölekleri dürli özgerýär. Amaly işlerde kartanyň dürli böleklerin-däki deformasiýany kesgitläp, olaryň orta bahasyndan peýdalanylýar.

Kartadaky çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, çyzykly masştabdan peýdalanylan bolsa, çyzygyň takyk bahasyny tapmakda, çyzykly deformasiýa üçin düzediş girizilýär. Bu düzediş şu aşakdaky formula baglylykda hasaplanylýar:

$$l_o - l = k \cdot l_o$$

onda, düzediş girizilen çyzgyň uzynlygy:

$$l_o = l + k \cdot l_o$$

bolar.

Kartada çyzygyň burçly deformasiýasy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$da = \frac{1}{200} \cdot \rho \cdot \sin\alpha \cdot (q - p).$$

Bu ýerde ρ-burçly deformasiýany hasaplamakda işlenen *radian ululygynyň bahasy*; p we q- kagyzyň X we Y oklary boýunça deformasiýa, prosentde.

Burçly deformasyýanyň bahasy, oklar boýunça deformasiýalaryň tapawudyna(g-p) baglydyr.

Formuladan belli bolşy ýaly, burçlar $0°$ we $90°$ bolan kartalarda, kagyzyň burçly deformasiýasy *0-a* deň bolýar. Burçlar

45° we *135°* aralygynda bolsa burçly defor-masiýa iň uly absolýut bahany alýar. Şonuň üçin burçly deformasiýasyny hasapla-makda şu aşakdaky formuladan peýdalanylýar:

$$da = \frac{1}{200} \cdot \rho \cdot \cdot (q - p)$$

Topografiki kartalar dürli masştablarda düzülýär. Talyp kartalar bilen işlemegiň ilkinji gününden başlap, masştabyň takyklygyny kesgitlemegi başarmalydyr. Ol masştabyň kiçi bahasyny kesgitlemegi, masştab boýunça kesimleri goýmagy hem başarmalydyr. Karta boýunça işlemegi, masştab çyzgyçlaryny gurmakdan we olaryň kömegi bilen çyzyklaryň uzynlygyny ölçemegi öwrenmekden başlamalydyr.

4.2. Topografiki kartanyň ramkasy, ramkadan daşary berilýän elementler

Topografiki kartanyň her bir trapesiýasyny dört tarapdan çäklendirýän çyzyklara onuň ramkasy diýilýär. Ramkalar daşky, içki we munutly bölekli bolýar.

Daşky ramka kartany bezemek üçin çyzylýar. Içki ramka topografiki karta-nyň tory bolup, iki sany meridian we iki sany parallel çyzyklar bilen çäklenendir. Parallel çyzyklar kartanyň *demirgazyk* we *günorta* araçäklerini, meridian çyzyklar bolsa *günbatar* we *gündogar* çyzyklary hasaplanylýar. Çäklendiriji çyzyklaryň ke-sişen nokatlaryna olaryň geografiki koordinatlary ýazylýar. Suratda kartanyň içki ramkasynyň **günorta-günbatar** burçunyň geografiki giňligi *40°15′00″* we uzaklygy *65°52′30″*, **demirgazyk-günbatar** burçunyň geografiki giňligi *40°20′00″* we uzaklygy *65°52′30″*, **demirgazyk-gündogar** burçunyň geografiki giňligi *40°20′00″* we uzaklygy *66°00′00″* , **günorta-gündogar** burçunyň geografiki giňli-gi *40°15′00″* we uzaklygy *66°00′00″* bahalara deňdir.

Minutly ramka kartada ýerleşen nokatlaryň geografiki koordinatlaryny kesgitlemek üçin gerek bolýar. Ol daşky we içki ramkanyň aralygynda çyzylýar we peýdalanyşyny gowulandyrmak

maksadynda, her bir minut üstaşyr(gezekme-gezek, nobatma-nobat) gara-ak reňke boýalýar (4.1-nji surat).

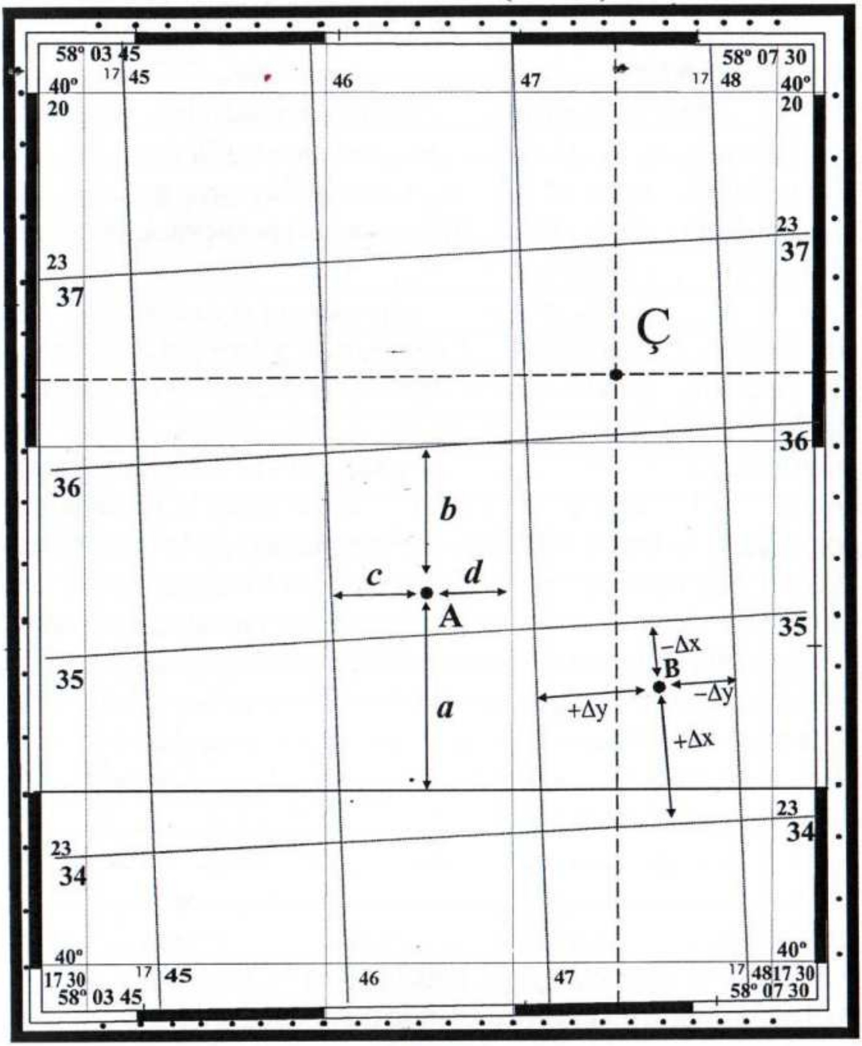
Topografiki kartanyň her bir trapesiýasynda kartografiki tor bilen birlikde *gönü-burçly koordinata tory* hem çyzylýar. Bu tor bir-birine baglylykda perpendikulýar çyzyklaryň, ýagny ekwatora parallel geçirilen gorizontal çyzyklar bilen *6°-lyk* zonanyň ok meridianyna parallel geçirilen wertikal çyzyklardan ybarat bolup, olardan, nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemekde peýdalanylýar. Oňa topografiki kartalaryň gönüburçly koordinata tory diýilýär. Bu tor ýerde taraplary kilometre deň bolan inedördülleri emele getirýär. Kilometrli toruň bahalary içki we minutly ramkalaryň arasynda ýazylýar. Meselem, suratdaky ramkanyň demirgazyk we günorta kesiminde kilometrli torunyň ordinata bahalary, günbatar we gündogar kesimlerinde bolsa absissa oklarynyň bahalary berlendir. Günbatar ramkanyň ýakynyndaky gorizontal çyzyga ýazylan *4462* san, şu çyzykdan *4462* kilometr demirgazykda ýerleşenliginiň, birinji wertikal çyzyga(ordinata oklarynda) ýazylan *11745* sanyndaky birinji iki san (*11*) şu kartanyň ýerleşen zonasynyň tertibini(*11 zonany*), galan sanlar(*745*) bolsa, çyzygyň ordinatalaryny görkezýär. Absissa we ordinata çyzyklarynyň bahalarynyň birmeňzeş başlangyç bahalaryny **gaýta-gaýtadan** ýazmazlyk maksadynda, galdyryp çyzygyň başynda we ahyrynda ýazýarlar. Meselem, suratda birinji gorizontal çyzyga 4462 san ýazylan, soňky-laryna **46, 47, 48** we başgalar ýazylandyr. Her bir kartanyň ramkasyndan daşary, şu karta baradaky we kartadan peýdalanmakda gerek bolan aşakdaky kömekçi maglumatlar berilýär:

1. Ramkanyň ýokarsynda, kartanyň nomenklarurasy we skobkanyň içinde wajyp ilatly punktyň ady ýazylýar. Meselem, *J-41-144-B-b*(Kaka).

2. Ramkanyň aşaky tarapyna aşakdakylar: a) kartada teswirlenen çäkdäki ortaça magnit diliniň gyşarma burçy *10°30′* we meridianlaryň ýakynlaşma burçy *1°54′* hem-de geografiki meridianyň, magnit meridianynyň, absissa okunyň grafikli ýerleşmek şekili; b) kartanyň sanly, narutal(tebigy) we çyzykly masştablary; ç) esasy gorizontallaryň näçe metrden geçirilenligi; d) ýapgytlyk burçy ölçemegiň grafiki masştaby; e) kartanyň düzülen we neşir edilen ýyly

hem-de çyzan ynsanyň ady(eger-de bar bolsa), kartany neşir eden kärhanasynyň ady; ä) kartadaky obýektleri suratlandyrmakda ulanylan şertli belgiler we ş.m. baradaky maglumatlar berilýär.

J-40-134-B-b-1 (Kaka)

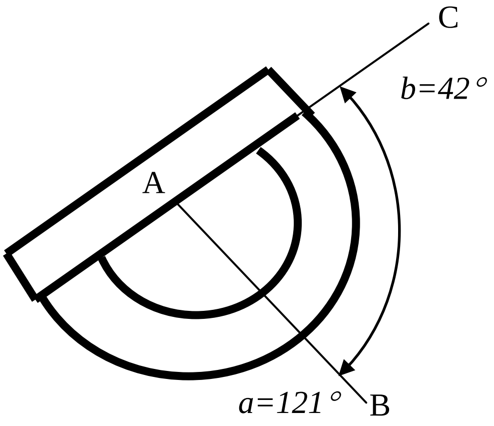


1:10000

4.1-nji surat. 1:10000 masştably kartanyň ramkasy.

4.3. Kartadan gorizontal burçlary ölçemek

Gorizontal burç hem, edil direksion burç ýaly grafiki we analitiki usullarynda kesgitlenilýär. Kartada bir nokatdan başlanan iki ugruň arasyndaky gorizontal burçy grafiki usulda, transportiriň kömegi bilen ölçemek üçin transpotiriň merkezi, burçuň depesine dogurlap goýulýar we burçuň her tarapyndan, transportiriň hasaply halkasyndan sanlar alynýar. Alnan sanlar boýunça, burçuň sag tarapyndan alnan sandan, onuň çep tarapyndan alnan sany bir-birinden aýyrsak, burçuň bahasy gelip çykýar (4.2-nji surat).



4.2-nji surat.

Meselem, $\angle BAC = a - b = 121^{o}-42^{o}=79^{o}$ bolar.

Gorizontal burçlary ugurlaryň direksion burçlaryny kesgitlemek ýoly bilen hem ha-saplap çykarmak bolar.

Eger-de burçuň, başlangyç (sagdaky) çyzygynyň direksion burçunyň üstüne **180°** goşanda, burçuň çep tarapdaky çyzygynyň direksion burçy uly bolsa, onda sag tarap-daky çyzygynyň direksion burçunyň üstüne, ýene-de **360°** goşmak bilen çep tarapdaky çyzygyň direksion burçunyň bahasyny aýyrýarys, galan san çyzyklaryň arasyndaky gorizontal burça deň bolar.

Kartada gorizontal burçy analitiki usulda kesgitlemekde, deslapky ugurlaryň direk-sion burçlary, nokatlaryň koordinatlary boýunça hasaplanyp çykarylýar. Bu for-mula aşakdaky ýaly berilýär:

$$tga = \frac{\Delta x}{\Delta y}.$$

Bu ýerde Δx-ordinata oklary boýunça çyzygyň gönüburçly artmasy, metrde; Δx-absissa oky boýunça çyzygyň gönüburçly koordinatlar artmasy, metrde.

Çyzyklaryň arasyndaky gorizontal burçaly şu aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplap çykarmak bolar:

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

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

Bu ýerde α_n we α_{n-1}-ahyrky we başlangyç çyzyklaryň direksion burçlary; β_n-gori-zontal burç.

Transportiriň kömegi bilen ölçenilen gorizontal burç, analitiki usulynda alnan netijä seredeniňde takykrak bolýar.

4.4. Kartanyň masştabyny kesgitlemek

Kartalaryň masştaby şu aşakdaky usullaryň kömegi bilen kesgitlenilýär:

-kartadaky ýa-da plandaky koordinata torlary boýunça;

-kartanyň ýa-da planyň geografiki tory boýunça;

-kartanyň kilometrli sütüni boýunça;

-ýollaryň, derýalaryň we ş.m. inleri boýunça kesgitlenilýär.

Kilometrli tory boýunça kesgitlemek üçin santimetrde indördüliň tarapy ölçenil-ýär(ölçegi millimetrde ýa-da santimetrde geçirmek bolar) we alnan baha bilen ine-dördüliň tarapynyň hakyky bahasynyň özara gatnaşygy alynýar.

1-nji mysal. Kartada inedördüliň tarapynyň uzynlygy **5 sm-e** deň bolsa, kartanyň san masştabyny kesgitlemeli.

Bu mysaly çözmek üçin toruň çykan ýerindäki ýazgy boýunça, inedördüliň tarapynyň uzynlygy **5 sm-e** deň, şu inedördüliň ýerdäki uzynlygy **500 m.** Onda:

$1/M=5/(500 \cdot 100)=1/10000.$

diýmek kartanyň masştaby *1:10000* bolar.

2-nji mysal. Kilometr tory boýunça inedördüliň ölçenen tarapynyň uzynlygy *2 sm-e* deň, ýerde bolsa *1000 m,* onda kartanyň masştaby şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$1/M=2/(1000 \cdot 100)=1/50000$

onda, kartanyň masştaby *1:50000* bolar.

Geografiki tor boýunça masştaby kesgitlemek üçin 0,1 sm takyklykda *1'-lyk* (bir minut) meridian we parallel boýunça duganyň uzynlygyny, kartada ölçeýäris. Bir graduslyk, minutlyk we sekuntlyk (*1°, 1′, 1″*) dugalarynyň ýerdäki uzynlygyny bilmek bilen masştaby kesgitläp bolar. Biziň öňki bölümlerimizden bilşimiz ýaly *1°-lyk* duga **111.197 m** uzynlyk birligi düşýär. Onda:

1' duga=1,853 km =1853 m;

1" duga=0,03089 km=30.89 m;

aralyklara deňdir. Şu ululyklardan ugur almak bilen kartanyň masştaby kesgitle-nilýär.

3-nji mysal. Kartada *1'* meridianyň uzynlygy *1.85 sm-e* deň bolsa, onda ýerdäki şu aralyga düşýän uzynlyk *1853 m-e* deňdir. Onda, sanly masştaby şu aşakdaky ýaly hasaplamak bolar:

$1/m=18.53/(1853 \cdot 100)=1/10000$

onda, kartanyň masştaby *1:10000* bolar.

Masştaby kilometr sütüni boýunça hasaplamak üçin, kartalardaky yzygider ýer-leşen kilometrli sütünleriniň arasyndaky aralygy ölçäp, ýerdäki şu sütünleriniň ara-syndaky aralyga bolan gatnaşygyny almak arkaly san masştabyň bahasy kesgit-lenilýär.

4.4. Kartalarda çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek

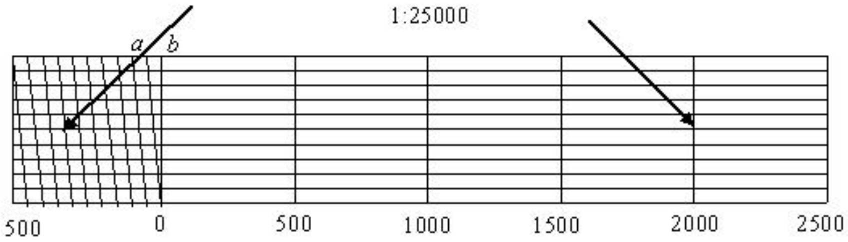
Kartalarda çyzyklaryň uzynlyklarany ölçemegiň birnäçe usullary bardyr. Kartada berlen kesimi masştab çyzygyjyň hasaply böleginde goýup, biz dessine çyzygyň hakyky uzynlygyny bileris. Çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemegiň takyklygy, saýlanyp alnan usullaryn takyklygy bilen *gönüden-göni* baglanyşyklydyr. Emma köp ýagdaýlarda aralygy göni ugur boýunça ölçemän, *egrem-bugram* çyzyklaryň (meselem, marşrutyň, derýanyň, kölüň kenar ýaka çyzygynyň we ş. m.) uzynlygyny ölçemeli bolýarys. Çyzygyň umumy uzynlygyny kesgitlemek üçin, ädimiň sanyny(***n***), kartanyň bir santimetrine düşýän masştab birligine(***M***) köpeltmek we masştabda galan galyndyny goşmak bilen tapmak bolar.

$$i=0.5 \cdot n \cdot M$$

Eger-de ölçenýän çyzyk gaty egrem-bugram bolsa, onda ony birnäçe kesimlere bölüp, uzynlygy ölçenilýär we umumy çyzygyň uzynlygy, ölçenen kesimleriň uzynlyklaryny jemlemek bilen kesgitleýäris. Şeýle hem şular ýaly çyzyklaryň uzynlyklary millimetr bölekli çyzgyjy, çyzyk boýunça aýlamak arkaly, ýagny çyzgyç elmydyma egrä görä galtaşdyrlyp ölçenilip biliner. Bu ýönekeý we amatly usul birnäçe gezek geçirilende takyklygy boýunça ýokary netijäni berer.

4.3-nji surat.

Kiçi masştably kartalarda çyzyklaryň uzynlyklaryny, onuň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň geogerafiki koordinatlaryny tapmak ýoly bilen hem kesgitlemek bolar. Bu usulda nokatlaryň geografiki koordinatlary bilen gönüburçly koor-dinatlarynyň arasyndaky baglanyşygyň formulasyndan peýdalanmak bolar. Şonuň ýalyda, kartadan ölçenen kesimleriň uzynlyklaryny jemlemek bilen kesgitlemek bolar.



4.4-nji surat.

Çyzykly masştabyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin sirkul- ölçeýjiniň kömegi bilen kartadaky çyzygyň uzynlygny alýarys we çyzykly masştab çyzgyjynyň üstüne goýýarys (4.3-nji surat). Eger-de kartanyň masştaby 1:25000 bolsa, onda

4.5-nji surat.

ölçenýän çyzygyň uzynlygy *2500(esasy bölekleriň uzynlygy)+400(2 mm-lik bölekleriň sany)=2900 metre* deň bolar.

Kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin, onuň uzynlygyny sirkul-ölçeýjiniň ädiminiň uzynlygynda ölçeýäris we kese masştab çyzgyjynyň üstünde goýýarys (4.4-nji surat). Planyň masştaby 1:10000 bolsa, onda, kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy *500 (5-sany esasy bölek)+70 (7 sany 2 mm-lik bölek)+8 (0,2 mm-lik 8 sany bölek)=578 metr* bolar.

Topografiki kartada ýa-da planda iki sany nokadyň arasyndaky göni çyzygyň uzynlygyny *analitiki usulda*, nokatlaryň kartadan kesgitlenen gönüburçly koordi-natlary boýunça, *Pifagoryň teoremasynyň* formulasyny ulanmak bilen tapmak bolar. Pifagoryň teoremasy boýunça kesgitlenen çyzygyň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$D_{AB} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Mysal. A nokadyň gönüburçly koordinatlary X_A*=4465215 m*, Y_A*=746327 m*, we X_B*=4466875 m*, Y_A*=747715 m* bolsa, onda *A* we *B* nokatlaryň arasyndaky aralyk şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$D_{AB} = \sqrt{(4466875 - 4465215)^2 + (747715 - 746327)^2} = 2163.8\ m$$

Ýagny ölçenýän çyzygyň uzynlygy *2163.8 m* deň bolar.

Topografiýa kartalarynda egri çyzyklaryň uzynlygyny birnäçe usullarda ölçeýärler. Usullar talap edilýän takyklyga görä saýlanyp alynýar.

Kartada ölçemek gerek bolan çyzyk egrem-bugram bolsa, ölçenýän çyzyk gysga göni çyzyklara bölünýärde, her bir bölek ölçeýji-sirkulyň kömegi bilen yzygiderlikde ölçenilýär. Soňra ölçenen çyzygyň ýerdäki uzynlygy gerek bolan takyklyga seredilip, uzynlygy çyzykly ýa-da kese masştab çyzgyçlardan peýdalan-mak bilen kesgitlenýär.

Kurwimetrler topografiýa kartalaryndan, planlaryndan we beýleki kartalardan egri çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemek üçin niýetlenilýär.

4.6-njy surat.

PlanWheel elektron kurwimetri. Kurwimetr ölçegiň netijesini suwuklykly kristallaşan displeýa çykarmak maksadynda gurluşy bardyr. PlanWheel kirwimetri aralygy milde, deňiz milinde, metrde we kilometrde ölçeýär. Guraly kartografiýa meterialynyň islendik gornüşli masştabyna goýmak mümkin. Ölçemegiň ýalňyşlygy çyzygyň uzynlygynyň 0.2 %-den geçmeýär(4.6-njy surat).

Çyzyk örän egrem-bugram bolsa, ölçeýji-sirkulyň ädimini (iňňeleriniň arasyny) belli bölege (meselem**,** *2, 3, 4, 5, 10 mm*-**e** we ş. m.) dogurlanýar, soňra ölçeýji-sir-kul bilen çyzygy boýlap, onuň başyndan aýagyna tarap, çyzygyň üstünden ýöredil-ýär. Ölçenen birnäçe kesimleriň bahalaryny, çyzyk boýunça goşmak bilen, onuň kartadaky uzynlygyny alarys. Onuň ýerdäki uzynlygy, kartanyň natural (tebigy) masştabyndan peýdalanyp hasaplanyp çykarylýar.

Egri çyzyklaryň uzynlygyny kurwimetr bilen hem ölçemek bolar(4.5-nji surat). Onuň üçin kurwimetri wertikal ýagdaýda çyzygyň başlangyjynda goýup, onuň hasaply böleginden hasap alýarys, hem-de alnan hasaby kagyzda bellemek bilen, ony ölçenýän çyzygyň üstünden ýöredip çykýarys we onuň ahyryndan, hasaply bölekden ikinji hasaby alýarys. Kurwimetriň hasap mehanizminiň ahyryndan we başlangyjyndan alnan hasaplaryň tapawudy, çyzygyň kurwimetriň bölegindäki uzynlygy bolar. Meselem, kurwimetri çyzygyň üstünden ýöretmänkä, onuň başlangyjyndan alnan hasaby **35 mm-e** deň bolsa, çyzygyň üstünden ýöredip, onuň ahyryndan alan hasabymyz bolsa **89 mm** bolsa, egri çyzygyň uzynlygyny

kesgitlemek üçin **89 mm**-den **35 mm-i** aýyrmakda galan san ***54(89 mm - 35 mm=54 mm)*** millimetr, ölçenýän çyzygyň uzynlygy bolar. Kurwimetriň hasaply mehanizmi iki tarapdan hasaplary almak üçin niýetlenen bolup, olaryň birinde millimetr, beýlekisinde bolsa dýum (**2.54 mm**) hasabynda berlendir. Eger-de kartanyň masştaby **1:10000** bolsa, bu çyzygyň ýerdäki uzynlygy **540** metre deň bolar(***54 mm·10 m=540 m***), kartanyň masştaby **1:25000** bolsa, onda **1350** metre(***54 mm·25=1350*** metr bolar) deň bolar. Kartadaky egri çyzyklaryň uzynlyklaryny kurwimetr bilen ölçemek ýeňildir. Onuň ölçeg takyklygy analitik usulyň takyklygyndan pesräkdir. *G. I. Znamenşikowyň* döreden tutgyçly optik kurwimetri adaty kurwimetre seredende çyzyklaryň uzynlyklaryny takykrak ölçeýär. Häzirki wagtda kartada çyzygyň uzynlygyny ölçemek üçin ***PIL*** diýip atlandyrylýan fotoelektron datçikli kurwimetrinden peýdalanmak has-da amatlydyr. Kurwimetr-leriň ýok ýerinde çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemek üçin adaty sapaklardan (ýüpjagaşlardan) peýdalanmak bolar. Sapagy, kartadaky egrem-bugram çyzygyň üstünden ýatyryp çykmak bilen, onuň uzynlygyny millimetr bölekli çyzgyçlarda ölçäp, onuň uzynlygyny ýerdäki çyzygyň uzynlygyna öwürýäris. Meselem, sapagyň uzynlygy **5.6 sm** bolsa, kartanyň masştaby **1:50000** bolsa, onda ölçenýän çyzygyň uzynlygy **2800 metr** bolar(***5.6 sm·500 m=2800 m***).

4.1-nji tablisa

Kartalaryň masştaby	Çäkli grafiki ýalňyşlyklar, metrde	Orta ýalňyşlyk, metrde
1	2	3
1:25000	2.5	12-25
1:50000	5.0	25-50
1:100000	10.0	50-100
1:200000	20.0	100-200
1:500000	50.0	250-500
1:1000000	100.0	500-1000

Aralygy ölçemegiň takyklygy. Topografiýa kartalaryndan göni çyzykly kesimleriň uzynlygyny ölçemegiň takyklygy ulanylýan gurala bagly bolýar. Onuň uzynlygy kese masştab çyzgyjy we sirkul-ölçeýji ulanylanda **0.2 mm-den** geçmeýär. Bu ululyk adamyň ýönekeý gözi bilen seredende, kartada nokat ýaly görýär. Onuň çyzyk bolmagy üçin bolsa **0.4 mm** bolmagy gerekdir. Şu baha uzynlygy ölçemegiň grafikli çäkli takyklygy diýilýär we kartanyň **0.4 mm** çyzygynyň uzynlygyna düşýän ýerdäki çyzygyň uzynlygyna kartanyň **grafikli takyklygy** diýilýär.

Kartada kesimleriň yzynlygyny ölçemegiň grafikli ýalňyşlygyna *kagyzyň deformasiýasy* we *ölçeg şertleri* täsir edýär. Adatça olar **0.5-1 mm** çäklerde üýtgeýär. Kartadan kesimiň uzynlygyny ölçände ýalňyşlyklary aradan aýyrmak üçin kesimiň uzynlygyny iki gezek ölçemek gerekdir. Eger-de ölçenen netijeler 1 mm-den uly bolmadyk bahadan geçmese, onda iki ölçegiň orta arifmetiki bahasy alynýar.

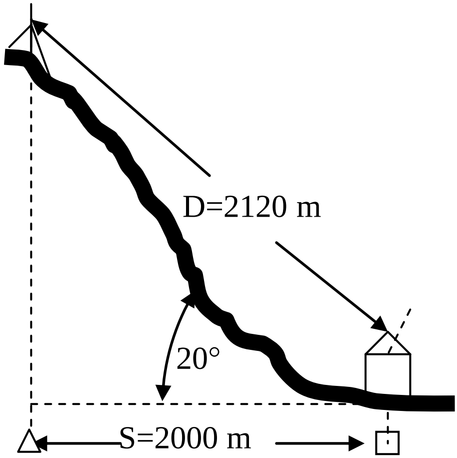
4.2-nji tablisa

Ýapgytlyk burçy		Kartadaky çyzygyň uzynlygyndan ýerdäki çyzygyň uzynlygyna geçiş koeffisiýenti
Gradusda	Burç ölçeýjiniň böleginde	
1	2	3
0	0-00	1.00
6	1-00	1.01
12	2-00	1.02
18	3-00	1.05
24	4-00	1.10
30	5-00	1.15
36	6-00	1.24

Çyzygyň eňňitligi üçin aralyga düzedişi. Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy elmydama ýerdäki uzynlygyndan gysga bolýar. Bu bolsa kartada çyzygyň diňe gorizontal kesiminiň uzynlygynyň ölçenmegi bilen baglanyşyklydyr, emma oňa ýeriň üstünde degişli bolan çyzyk, adatyça ýapgytdyr. Kartadan ölçenen çyzygyň

yzynlygynyň, onuň ýerdäki hakyky uzynlykdan tapawutlanýan bahasyny tapmagyň koeffisiýenti 4.1-nji tablisada berlendir.

Çyzyga onuň eňňtligi üçin dü-zedişler. Kartadaky çyzygyň onuň ýerdäki uzynlygyndan gysga bolýan-lygyny, biziň kartadan çyzygyň gori-zontal kesiminiň uzynlygyny öl-çe-ýänligimiz bilen baglanyşyklydyr. Şonuň bilen birlikde, şu kesime de-gişli bolan ýerdäki çyzyk ýapgyt ýer-leşen bolýar (4.7-njy surat). Kartadan ölçenip alnan çyzygyň uzynlygyndan onuň hakyky uzynlygyna geçmegiň koeffisiýenti 4.2-nji tablisada berlendir.



4.7-nji surat. D - ýeriň üstündäki çyzygyň uzynlygy, S - kartadaky şol çyzgyň uzynlygy.

Tablisadan belli bolşy ýaly tekiz ýerde kartadan ölçenen çyzyk, özüniň hakyky bahasyndan az tapawutlanýar. Kartadan, daglyk we has gür depeli ýerlerde çyzygyň uzynlygyny has takyk ölçemek çylşyrymlaşýar. Meselem, iki sany punktuň arasyndaky aralyk *12°-lyk* ýapgytlyk burçly eňňitlikde *9270 metre* deň bolsa, onda punktlaryň arasyndaky hakyky uzynlyk *9270·1.02=9455 metr* bolar.

Şonuň bilen birlikde kartadan ölçenip alnan çyzyga, onuň eňňitligi üçin düzedişleri girizmek zerurdyr.

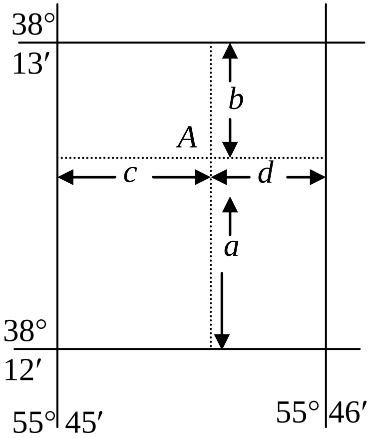
4.5. Kartadaky nokadyň geografiýa koordinatlaryny hasaplamak we ony geografiýa koordinatlary boýunça karta geçirmek

Islendik görnüşli topografiýa kartalary bilen işläniňde nokatlaryň geografiýa koordinatlaryny kesgitlemek we belli geografiýa koordinatlary boýunça nokatlary karta geçirmek gerek bolýar. Uly masştably kartalarda bu mysaly ýönekeýje çözýärler, ýagny kartalardaky bar bolan minutly ramkasyny ulanmak bilen, nokatlardan oňa perpendikulýarlary indermek we olaryň düşen ýerinden, minutly ramkadan hasaplary almak bilen, şeýle hem minutly trapesiýany kartada tapmak bilen, onuň içinde ölçegleri geçirmek, şeýle hem belli formula goýmak bilen hasaplanylýar (4.8-nji surat).

Topografiki kartasynda berlen nokatlaryň geog-rafiki koordinatlaryny kesgitlemekde şu aşakdaky formulalary ulanmak bilen kesgitlemek bolar:

$$B_A = B_0 + \frac{a}{a+b} \cdot \Delta B; \text{ we } \quad L_A = L_0 + \frac{c}{c+d} \cdot \Delta L .$$

Bu ýerde *a*-günorta parallelden nokada çenli, meridian boýunça aralyk, *sm-de* ýa-da *mm-de*; *b*-nokatdan demirgazyk parallele çenli aralyk, *sm-de* ýa-da *mm-de*; *c* –günbatar meridiandan nokada çenli aralyk, *sm-de* ýa-da *mm-de*; *d*-nokardan gündogar meridianyna çenli, parallel boýunça aralyk, *sm-de* ýa-da *mm-de;* B_A we L_A-nokatlaryň geografiki koordinatlary, gradusda; B_0-minut trapesiýanyň günorta paralleliniň bahasy, gradusda; L_0-minut trapesiýanyň günbatar meridianynyň bahasy, gradusda; B_1 - de-irgazyk meridianyň bahasy, gradusda; L_1-gündogar meridianyň bahasy, gradusda.

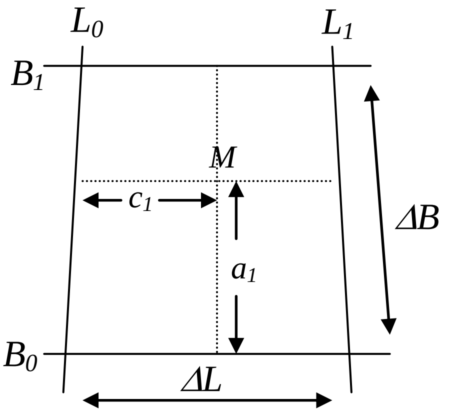


4.8-nji surat.

Alnan netijeleri barlamak maksadynda, C nokadyň geografiki koordinatlaryny ikinji gezek demirgazyk paralleliň we gündogar meridianyň bahasyny ulanmak bilen şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$B_A = B_1 - \frac{b}{a+b} \cdot \Delta B; \text{ we } \quad L_A = L_1 - \frac{d}{c+d} \cdot \Delta L .$$

Meselem, topografiki kartasynda C nokadyň geografiki koordinatlaryny hasap-lamaly diýeliň, onda kesgitlemek üçin nokadyň ýerleşen minut trapesiýasyny tapýarys. Ony tapmak maksadynda C nokadyň haýsy minut meridianlaryň we parallelleriň arasynda ýerleşýänligini anyklamaly, C nokat dünbatarda *65°22'-lyk* mer-dian, gündogarda bolsa *65°23'-lyk* meridian bilen, şeýle hem dünortada 40°19'-lyk minut paralleli bilen, demirgazykda bolsa *40°20'-lyk* parallel bilen araçäkleşýär. Soňra nokatda *a, b, c, we d* aralyklary kartadan ölçäp alýarys. Bu ýerde bir zady bellemek, ýagny ölçenen *a+b* we *c+d* aralyklaryň jemi minut paralleliniň hem-de meridianynyň kartadaky uzynlygyna deň bolmalydyr. Ölçenen ulylyklary ýokardaky formulalarda goýup, nokadyň geografiki koordinatlaryny hasaplamak bolar.



4.9-njy surat.

1-nji mysal. A nokadyň şu aşakdaky ululyklary kartadan ölçenilip alnan diýeliň:

$$a=152.5 \text{ mm}; b=32.8 \text{ mm}; a+b=185.3 \text{ mm};$$
$$c=64 \text{ mm}; d=44.4 \text{ mm}; c+d=108.4 \text{ mm}.$$

onda, alnan maglumatlary formula goýmak bilen şu aşakdakylary alarys:

$$B_A = 38°12'00'' + \frac{152.5}{152.5 + 32.8} \cdot 60'' = 38°12'00'' + 0.82 \cdot 60'' = 38°49'12''$$

;

$$L_A = 55°45'00'' + \frac{64}{64 + 44.4} \cdot 60'' = 55°45'00'' + 0.59 \cdot 60'' = 38°35'24''.$$

Nokadyň geografiki koordinatlarynyň hasaplanyşynyň dogrylygyny barlamak maksady bilen, onuň geografiki koordinatlaryny kesgitleýäris.

Nokatlaryň geografiki koordinatlaryny, has sada usul bilen, nokatdan kartanyň ramkasyna perpendikulýarlary inderip, perpendikulýarlaryň düşen ýerinden, berlen nokadyň geografiki koordinatlaryny okamak bilen kesgitlemek bolar.

Eger-de nokatlaryň geografiki koordinatlary belli bolsa, onda olary topografiki karta geçirmek bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, ilki bilen nokadyň ýerleşýän minut paralleliniň we merdi-anynyň arasynyda näçe uzynlygy alýanlygyny kesgitlemek gerekdir. Olary şu aşakdaky formulalar boýunça kesgitlemek bolar (4.9-nji surat):

$$a_1 = m \cdot \frac{B_1 - B_0}{\Delta B}; \quad c_1 = n \cdot \frac{L_1 - L_0}{\Delta L}.$$

Bu ýerde *m*-minut paralleliň çyzyk uzynlygy, sm-de ýa-da mm; *n*-minut meridianyň çyzyk uzynlygy, *mm-de ýa-da sm-de;* B_1-nokadyň geografiki giňligi, gradusda; B_0-minut paralleliň bahasy, gradusda; L_1 –nokadyň geografiki uzaklygy, gradusda; L_0- minut meridianyň uzaklygy, gradusda; ΔB-minut parallelleriň tapawudy, sekuntda; ΔL-minut meridianlaryň tapawudy, sekuntda. Kartada a_1 we c_1 aralyklary hasaplandan soňra, nokadyň düşýän minut trapesiýasy boýunça aralyklary alyp goýup, berlen nokadyň ýagdaýyny tapýarys.

2-nji mysal. *M* Nokadyň geografiki koordinatlary *L=38°34′46″* we *B=55°09′23″* bolsa, *m=185,3 mm; n=108,4 mm* bolsa, onda kartadaky nokadyň ýagdaýy şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$B_1 - B_0 = 38°34'46'' - 38°34' = 0°00'46'';$$

$$L_1 - L_0 = 55°09'23'' - 55°09' = 0°00'23'';$$

onda formula goýmak bilen şu aşakdakylary alarys:

$$a_1 = 185.3 \cdot \frac{0^\circ 00'46''}{60''} = 185.3 \cdot 0.7667 = 142.06 \text{ mm};$$

$$c_1 = 108.4 \cdot \frac{0^\circ 00'23''}{60''} = 108.4 \cdot 0.383 = 41.5 \text{ mm bolar.}$$

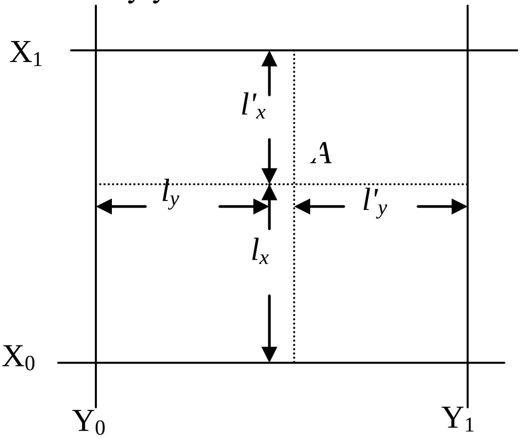
Tapylan a_1 aralygy günorta minut parallelinden, şonuň ýalyda c_1 aralygy günba-tar meridianyndan alyp goýmak bilen kartadaky nokadyň ýagdaýyny taparys.

4.6. Topografiki kartadan nokadyň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak we olary koordinatlary boýunça karta geçirmek

Nokadyň gönüburçly koordinatasyny hasaplamak üçin, ilki bilen nokadyň ýerleşen *kwadratyny* tapýarys (4.10-nji surat). Kartadan çyzgyjyň kömegi bilen l_x, l'_x, l_y *we* l'_y aralyklary, mm-de ýada sm-de ölçeýäris (4.10-njy surat). Alnan maglumatlary aşakdaky formulalarda ornuna goýýarys:

$X_A = X_0 + l_x \cdot M$ we $Y_A = Y_0 + l_y \cdot M$.

Hasaplamanyň dogrylygyny barlamak maksadynda şu aşakdaky formulalar ulanylýar:



4.10-njy surat.

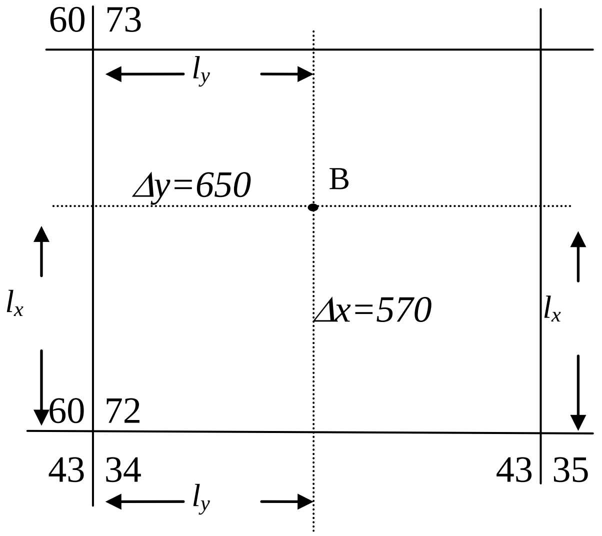
$X_A = X_1 - l'_x \cdot M$ we $Y_A = Y_1 - l'_y \cdot M$.

Bu ýerde X_0 *we* X_1-nokady çäklendirýän inedördüliň absissalar onunyň bahalary, metrde; Y_0 *we* Y_1-nokady çäklendirýän inedördüliniň ordinata oklarynyň bahalary, metrde; *M*-kartanyň bir *sm-e* ýa-da *bir mm-e* düşýän san bahalar; X_A *we* Y_A-A nokadyň gönüburçly koordinatlary, metrde.

1-nji mysal. Eger-de $l_x=7.4$ *sm,* $l'_x=2.6$ *sm,* $l_y=4.9$ *sm,* $l'_y=5.1$ *sm;* $X_0=6070000$ *m,* $X_1=60710000$ *m,* $Y_0=4311000,$ $Y_1=4312000$ *m we* kartanyň masştaby *1:10000* bolsa, onda *A* nokadyň gönüburçly koordinatlary tapalyň. Bu işi geçirmek maksadynda, ýokarda bellenen formulalardan peýdalanyp şu aşakdakylary almak bolar:

$$X_A= 6070000+7.4\cdot 100.0=6070000+740=6070740\ m;$$

$$Y_A=4311000+4.9\cdot 100=4311000+490=4311490\ m;$$



4.11-njy surat.

Geçirilen hasaplamalary barlamak üçin şu aşakdaky işleri geçirýäris:

$$X'_A=6071000-2.6\cdot 100=6071000-260=6070740\ m;$$

$$Y'_A=4312000-5.1\cdot 100=4312000-510=4311490\ m;$$

Diýmek, alnan netijeler bir meňzeş $X_A = X'_A$ we $Y_A = Y'_A$ we geçirilen hasaba laýyklykda nokadyň gutarnykly gönüburçly koordinatlary hökmünde, olaryň orta arifmetiki bahasyny almak bolar we şular ýaly X_A*=6070740 m;* we Y_A*=4311490 m* bahalara deň bolar.

Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny EHM-leriň *BASIC* dilinde düzülen mak-satnamasy şu aşakdaky ýaly tertipde berilýär:

Topografiýa kartasyna, nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça geçirmek bolar. Bu işi ýerine ýetirmek üçin ilki bilen her bir nokadyň ýerleşen kwadratyny, topografiýa kartasynda tapalyň (4.11-nji surat). Mysal hökmünde B nokady alalyň, onuň gönü-burçly koordinatlary X_B*=6072570 m we* Y_A*=4334650 m* baha deň diýeliň, onda B nokadyň absissalar oky boýunça *6072000* we *6073000* bahaly oklaryň aralygynda ýatýar. Nokadyň günorta absissalar okundan koordinatlar artmasyny tapalyň, ol şu aşakdaky ýaly alynýar:

$$\Delta x = X_B - X_0 = 6072570 - 6072000 = 570\ m.$$

Eger-de kartanyň masştaby *1:10000* bolsa, on-da nokadyň absissalar oky boýunça, sm-de koordinatlar artmasy şu aşakdaky ýaly tapylýar:

$$l_x = \frac{\Delta x}{M} = \frac{570}{100} = 5.7\,\text{sm}.$$

Şu tapylan *5.7 sm* aralygy, günorta ordinata okundan(*6072000 m*), nokadyň düşýän inedördüliniň gündogar we günbatar taraplarynda alyp goýmak bilen nokadyň ýerleşýän absissa okuny taparys.

Nokadyň ordinatasy *4334000 m* we *4335000 m* bahaly oklarynyň aralygynda ýatýar. Günbatar ordinata okundan nokadyň gönüburçly koordinatlar artmasy şu aşakdaky ýaly kesigitlenilýär:

$$\Delta y = Y_B - Y_0 = 4334650 - 4334000 = 650\ m.$$

Berlen nokadyň ordinata oky boýunça gönüburçly koordinatlar artmasy şu aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplanylýar:

$$l_y = \frac{\Delta y}{M} = \frac{650}{100} = 6.5\ \text{sm}.$$

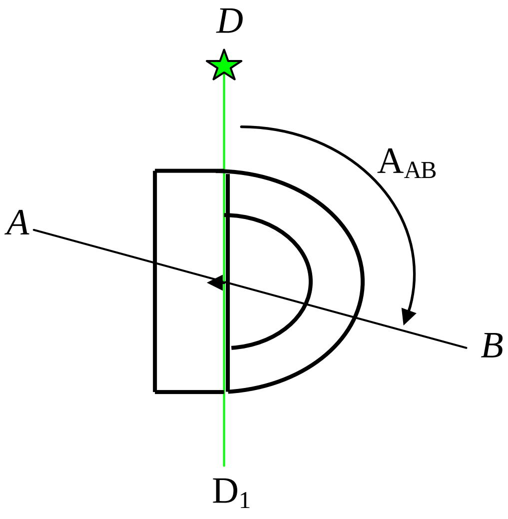
Bu ýerde M-kartanyň bir santimetrine ýa-da bir millimetrine düşýän san bahadyr.

Tapylan ordinata oklary boýunça 6.5 sm aralygy günbatar (*4334000 m*) ordinata okundan, nokadyň düşýän indördüliniň demirgazyk we günorta taraplarynda alyp goýmak bilen nokadyň ýerleşen ordina-tasyny taparys. Nokadyň ýagdaýyny, onuň ýerleşýän absissasynyň we ordinatasynyň kesişme nokadyndan taparys.

Kartadaky alnan l_x we l_y aralyklary, degişli oklardan, ýagny $X_0=6072000$ *m* we $Y_0=4334000$ *m* bahalaryndan, indördüliň içinde alyp goýmak bilen, kartadaky B nokadyň ýagdaýyny taparys.

4.7. Topografiýa kartasynda çyzyklaryň oriýentirleniş burçlaryny kesgitlemek

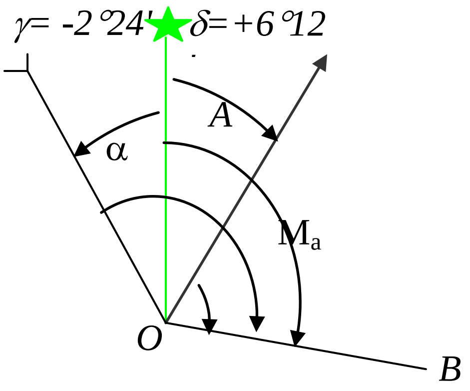
Azimut we direksion burçlar topografiki kartada transportiriň kömegi bilen ölçenilýär, muňa *grafiki usul* diýilýär. Azimut ok meridianyndan, direksion burç bolsa absissalar okundan hasaplanylýar.



4.12-nji surat.

AB çyzygyň direksin burçuny transportiriň kömegi bilen ölçemek üçin 4.12-nji surat), transportiriň depesini ok meridianynyň (DD_1) üstünde çyzyk bilen kesişen ýerine goýýarys. Transportir, eger-de çyzyk I we II çärýeklerde, ýagny *0°-dan 180°-a* çen-li aralykda bolsa, onda *0-180°-lyk* diametriniň *0°-lyk* hasabyny demirgazyga seretdirip, *AB* çyzyk bilen transportiriň kesişen ýerinden hasaby alýarys. Alnan hasap, meselem $A_{AB}=101°$ sana deň boldy diýeliň, şu baha hem AB çyzygyň

azimuty bolar. Eger-de, berlen çyzyk III we IV çärýeklerde ýerleşýän bolsa, ýagny *0°-dan 360°*-a çenli aralykda bolsa, onda *0-180°-lyk* diametriniň *0°-lyk* hasabyny günorta ugra seretdirip, çyzyk bilen transportiriň kesişen ýerinden transpor-tiriň hasaply böleginden hasaby alýarys, alnan hasaba *180°* goşmak bilen berlen çyzygyň azimutyny alarys(bu tilsimler ulanylýan transportire hem bogly bolýar, haçan-da *0-180°* hasaply ulanylsa, onda ýokarda bellän işler edilýär, eger-de *0-360°* hasaply bolsa, onda hiç zat goşmazdan berlen çyzygyň azimutyny almak bolar).



4.13-nji surat.

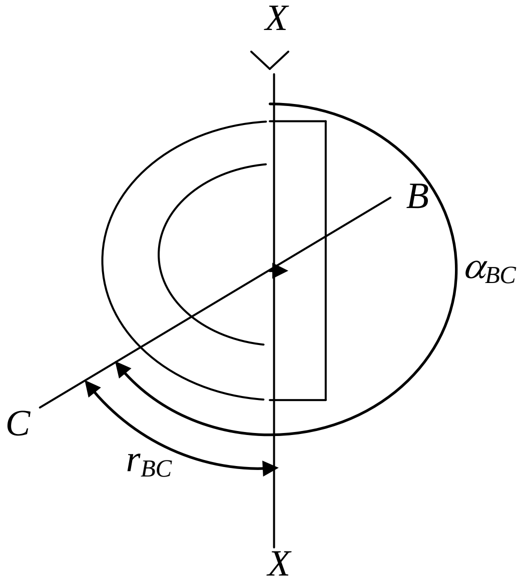
Direksion burçy transportiriň kömegi bilen ölçemek üçin, onuň depesini çyzyk bilen ab-sissalar okunuň(XX) kesişme nokadyna goý-mak bilen, transportirlere baglylykda ölçenilýär (4.13-nji surat). BC çyzygyň direksion burçuny ölçemek üçin, transportiri XX okunuň üstünde, ýagny XX ok bilen BC çyzygyň kesişme nokadyna, transportiriň depesini, ornaşdyryp onuň *0-180°-lyk* diametriniň *0°-lyk* hasabyny demirgazyk ugra seretdirip, transportir bilen *BC* çyzygyň kesişen ýerinden hasaby alýarys. Alnan hasap berlen *BC* çyzygyň direksion burçy bolar. Eger-de çyzyk *III* we *IV* çärýeklerde ýerleşen bolsa, onda azimutyň hasap-lanyşy ýaly işleri geçirýäris. Suratdaky berlen çyzygyň direksion burçy α_{BC} *=56°+180°=236°* bolar. Ýagny, biz tran-sportiriň kömegi bilen çyzygyň rumbyny ölçeýäris, çyzygyň direksion burçuny kesgitlemek üçin *180°* goşmak ýeterlikdir.

Kartada haýsy hem bolsa bir oriýentirleniş burçy(azimut ýa-da direksion burç) ölçenen bolsa, beýleki oriýentirleniş burçlary hasaplamak ýoly bilen kesgit-lemek bolar. Bu hasaplamany kartanyň *günorta-günbatar* burçunda berlen magnit diliniň gyşarma burçy we

meridianlaryň ýakynlaşma burçly shemasyny ulanmak bilen geçirmek bolar(4.14-nji surat). Suratda magnit diliniň gyşarma burçy $\delta=+6°12'$ we meridianlaryň ýakynlaşma burçy $\gamma= -2°24'$ bahalary alýar. Eger-de kartadan ölçenen çyzygyň azimuty $A=134°$ bolsa, onda şu çyzygyň direksion burçy şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$\alpha=A-\gamma=134°-(-2°24')=134°+2°24'=136°24'$$

onda, berlen çyzygyň direksion burçy $\alpha= 136°24'$ bolar.



4.14-nji surat.

Berlen çyzygyň magnit azimutyny kes-gitlemek üçin, onuň kartadan kesgitlenen azi-mutyny ýa-da direksion burçuny ulanmak bolar. Çyzygyň azimuty boýunça, magnit azimuty şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$M_a=A-\delta=134°-6°12'=127°48'$$

onda, berlen çyzygyň magnit azimuty $M_a=127°48'$ bolar.

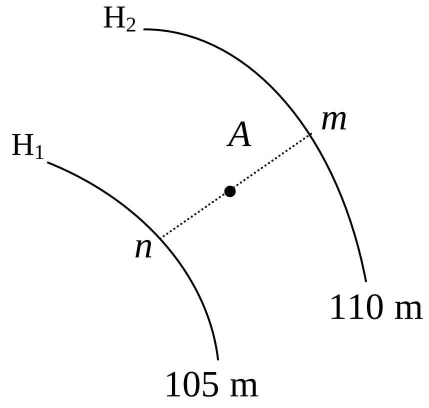
Direksion burçuň kömeginde, magnit azimutyny kesgitlemek üçin şu aşakdaky ýaly formula ulanylýar:

$$M_a=\alpha-(\delta+\gamma)=136°24'-2°24'+6°12')=136°24'+8°36=127°48'.$$

onda çyzygyň magnit azimuty $M_a = 127°48'$ bolar.

4.8. Topografiýa kartasy boýunça ýer üstüniň profilini gurmak

Relýefi gorizontallar bilen görkezilen kartalarynyň we planlarynyň ýerüsti gurluşyny öwrenmek maksadynda profil gurulýar. Profiliň nämeligini biz geçen II bölümi-mizde seredip geçipdik. Profili topografiki kartalarda gorizontallaryň kömegi bilen gurmak bolar.



4.16-nji surat.

Gorizontal - bu relýefiň birmeňzeş beýiklikli nokatlaryny birleşdirýän egri ýapyk çyzykdyr. Eger-de deňiz derejesiniň üsti 50 sm galdy diýip hasap etsek, onda onuň kenat ýaka çyzygy hem 50 sm ýokary galar. Suwuň derejesiniň ýokary galmagy netijesinde emele gelen çyzyga gorizontal hökmünde seretmek bolar.

Profili gurmaklyk, planda ýa-da kartada çyzygyň uzynlygyny bilmekden başlan-ýar. Soňra şu çyzygy kesip geçýän änli gorizontallaryň beýikligini, olaryň aralygyny kesgitleýärler. Eger-de çyzygyň ahyrky we başlangyç nokatlary gorizontallaryň üstünde ýatsa (4.15-nji surat), onda şu nokatlaryň beýikligi, şol gorizontallaryň beýikligine deň bolar. Eger-de nokatlar gorizontallaryň ortasynda ýatsalar, onda bu nokatlaryň beýikligini hasaplap tapmaly bolarys. Şu ýagdaýda, çyzygyň ýapgytlygyny (*i-ni*) kesgitlemeli bolýarys. Ony şu aşakdaky formulany ulanyp kesgitleýäris:

$$i = \frac{H_2 - H_1}{D}.$$

Bu yerde H_1 we H_2-başlangyç we ahyrky gorizontallaryň beýikligi, metrde; D-gorizontallaryň arasyndaky aralyk, metrde.

Nokatlaryň beýikligi şu aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplaylýar:

$H=H_o+i\cdot d$

Bu ýerde *d*-başlangyç gorizontaldan nokada çenli aralyk, H_o-başlangyç gori-zontalyň beýikligi, metrde.

Nokadyň beýikligini, ahyrky gorizontalyň beýikligini ulanmak arkaly hem tapmak bolar.

Mysala seredip geçeliň, kartada berlen A nokadyň beýikligini tapmak gerek diýeliň, başlangyç we ahyrky gorizontallaryň beýik-likleri H_o *=105.00 m;* H_1 *=110.00 m, nm=D= 250 m* bolsa, onda çyzygyň eňňidi:

$$i=\frac{110-105}{250}=\frac{5}{250}=0.01$$

bolar. Bu ýerde *nm=D*. Onda çyzygyň eňňitligi 0.01 ýa-da *10 ‰ (promil)* bolar. Bir promil metriň müňden bir ülşüne deňlemek bilen alynýar. A nokadyň beýikligini hasaplamak üçin, çyzygyň eňňitligini başlangyç ýa-da ahyrky gorizontal-lardan nokada çenli aralygyna köpeldilmegi we başlangyç gorizontalyň beýikligine goşmak ýa-da ahyrky gorizontalyň beýikliginden aýrymagy bilen kesgitlenilýär(4.16-njy surat).

$$H_A=105.00+0.01\cdot 100.00=106.00\ m$$

Agtarylýan nokadyň beýikligi *106.00 m-e* deň bolar. Bu ýerde $n_A=d=100$ *m.*

Nokatlaryň beýikligini hasaplandan soňra, profili gurmak işine girişýäris. Profili gurmak üçin, onuň gorizontal we wertikal masştablary saýlap alýarys. Gorizontal masştab üçin planyň ýa-da kartanyň masştaby, adatça wertikal masştab, gorizontal masştabdan *10 esse* kiçi alýarlar. Emma, profiliň takyklygyny artdyrmak mak-sadynda, wertkal masştaby relýefiň kesişme beýikligine deň bolan beýikliklerden alýarlar. Profili gurmak üçin ýörite millimetrli böleklere bölünen kagyzdan peýdalanmak has-da amatlydfyr. Profili, millimetr bölekli kagyzda göni çyzygy, ýagny gorizontal çyzygyň uzynlygyna deň bolan kesimi(profiliň şertli üsti), galamyň kömegi bilen çyzýarys. Şu çyzykdan aşakda profiliň toruny gurýarys. Profiliň torunda: a) nokatlaryň beýikligi(*H*), metrde; b) gorizontalaryň hem-de no-katlaryň arasyndaky aralyklar(*d*), metrde alynýar. Millimetrli

çyzgy kagyzyndaky gorizontal çyzygyň başynda profiliň başlangyç nokadyny, soňra şu nokatdan birinji gorizontala çenli aralyklar we birinji gorizontaldan ikinji gorizontala çenli we ş.m aralyklar sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen yzygiderlikde alyp goýmak bilen geçirmek bolar. Bu aralyklary geçirmekde ak kagyzy, profiliň gurulýan çyzygynyň üstünde goýmak bilen, onda başlangyç we ahryky nokatlaryň we her bir goňşy gorizontallaryň ýagdaýy belgilenilýär. Şu bellikleriň aşagynda başlangyç we ahyrky nokatlaryň hem-de olaryň arasyndaky gorizontallaryň beýiklikleri ýazylýar. Ak kagyzy profiliň şertli üstüne goýmak bilen, başlangyç we ahyrky nokadyň, şeýle hem olaryň arasyndaky gorizontallaryň ýagdaýlary geçirilýär.

Geçirilen her bir nokadyň we gozizontallaryň ýagdaýynyň aşagyna, olaryň beýikligini ýazýarys. Soňra “gorizontallaryň we nokatlaryň arasyndaky aralyklar” diýen hataryna aralyklary ýazýarys we profiliň şertli üstüniň beýikligini saýlap alýarys. Saýlamagy beýikligi iň kiçi bolan nokatdan ýa-da gorizontaldan almak bilen geçirýäris. Profiliň şertli üsti, alnan nokatlaryň iň kiçi beýikligine baglylykda alynýar. Ýagny, şertli üstüň başlangyç bahasy, profilde gurlan iň kiçi beýiklikli nokatdan aşakda ýerleşmek maksadynda alynýar. Biziň mysalymyzda, iň kiçi beýiklikli nokat $H_{min}=147.5$ *metr* bahany alýar. Onda profiliň şertli üstüniň beýikligini $H_{Ş.üst}=140.0$ *metr* diýip alsak bolar. Profiliň şertli üstünden wertikal masştaba laýyklykda, ýokaryk *150, 160, 170, 180, 190* we ş., profiliň iň beýik nokadyny hem almak maksadynda sanlary ýazýarys.

Nokatlaryň(gorizontallaryň) profildäki ýagdaýlary, başlangyç we ahyrky nokatlaryň hem-de kartadaky çyzygy kesip geçýän gorizontalyň beýikligini wertikal we gorizontal ugurlarda dowam etdirmek bilen, olaryň kesişen nokadyndan alýarys we tapylan nokatlary yzygiderlikde bir-biri bilen birleşdirip, berlen ugruň profildäki ýagdaýyny alarys. Meselem, $H=160$ *m* beýiklikli gorizontaly wertikal we gorizontal ugurlarda dowam etdirmek bilen, olaryň kesişen ýerinden, şu nokadyň profildäki ýagdaýyny alarys. Profili gurandan soňra, ony tuşda bezemek zerurdyr.

4.9. Kartada çyzygyň burç we ýapgytlyk derejesiniň kesgitlenişi

Topografiki kartada çyzygyň eňňitligini we ýapgytlyk burçuny analitiki we grafiki usullarda kesgitlemek bolar. Analitiki usuldan peýdalananda, çyzygyň *ýapgytlygy* şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$i = \frac{h}{d}.$$

Bu ýerde h-berlen çyzygyň beýgelmesi, metrde; d-ýapgytlygy kesgitlenilýän çyzygyň gorizontal proýeksiýasy, metrde.

Grafiki usuldan peýdalanylanda, çyzyk goýlan (založeniýe) grafikli nomogram-ma arkaly kesgitlenilýär. Nomaogrammany gurmak maksadynda, çyzygyň aşak-daky ýapgytlyklary alnan:

$$i=0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08.$$

Goýlan aralyklar, şu aşakdaky ýaly bahalary alýar:

$$d=500\ m, 250\ m, 166.77\ m, 125\ m, 100\ m, 83.3\ m, 71.4\ m, 62.5\ m$$

bolar.

Onda, goýlan grafik şu aşakdaky ýaly görnüşi alar. Bu grafikden peýdalanmak üçin gerek bolan çyzygyň ýapgytlygyny ölçeýji-sirkulyň kömegi bilen alýarys we ony kartadaky gorizontallaryň arasyna gabat getirip goýýarys. Sirkul-ölçeýji bilen goňşy gorizontllaryň arasynyň gabat gelmegi, şu gorizon-tallaryň ýapgytlyk burçunyň gerek bolan burça deňligini görkezýär.

Ýapgytlyk burçlary üçin goýlan grafigiň umumy formulasy şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$S=h{\cdot}ctg\ v.$$

Bu ýerde v-ýapgytlyk burçy, gradusda.

Grafigi gurmak üçin, ýapgytlyk burçlary şu aşakdaky ýaly alýarys:

$$v=1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 6°.$$

Onda, goýlan grafigiň bahalaryny formula goýmak bilen hasaplaýarys we şu aşakdakylary alarys:

$$S=573\ m, 286\ m, 143\ m, 95\ m, 71\ m, 57\ m, 47\ m$$

bolar.

Goýlan grafigi burçlar üçin 1:10000 masştabda gurýarys. Grafikden peýdalanmak üçin iki gorizontalyň aralygyny ölçeýji-

sirkulyň kömegi bilen ölçemeli we ony grafigiň üstüne goýmaly. Ölçeýji-sirkulyň aýagynyň arasy haýsy wertikal çyzyk bilen gabat gelse, şol san hem onuň eňňitligi bolar.

Ýapgytlyk burçlary üçin goýlan grafigini, topografiýa kartasynda birmeňzeş ýapgytlykly çyzyklary geçirmekde ulanmak bolar. Işi geçirmek maksadynda karta-dan geçmeli ugruň ýapgytlyk burçuny *v=2°* deň diýeliň, onda grafikden *2°-a* deň bolan wertikal çyzygy ölçeýji-sirkulyň kömegi bilen grafikden alýarys we şu aralygy kartadaky gorizontallaryň üstünde, sirkul-ölçeýjiniň ädimini gorizontallaryň arasyna gabat getirmek bilen yzygiderlikde, ýapgytlygy *2°* deň bolan çyzygy geçirýäris.

4.10. Topografiki kartalarda generalizasiýa hadysasy

Geografiki kartalaryň esasy häsiýetleri bolup, gös göni görünmeýän mümkin-çiligi we giňişlikde islendik aralygyň we meýdanyň hakykatyny öwrenmekden durýar. Meselem, etrabyň, welaýatyň, ýurdumyzyň, materikleriň we bitewi ýeriň üstünindäki geografiki obýektleri öwrenmegi öz içine alýar. Bu bolsa kartanyň masştabyny ulanmaga we kartografirlenýän hadysalary generalizasiýalaşdyrylan görnü-şine geçirilmegine esaslanýar.

Generalizasiýa sözi fransuz "*generalisation*" sözünden gelip çyzyp, türkmen dilene "*umumylaşdyrylan*" diýen ýaly manyda terjime edilýär. Bu söz hem öz gezeginde "*deneralis"* diýen latyn sözüniň proizwodnysy bolup türkmen diline "*esasy*" diýen manyda terjime edilýär. Döwlet standart terminlerini kartografiki generalizasiýasy kesgitleýär. Ol obýektleriň ulanlyşyna, masştabyna we kartografirlenilýän ýeriň çäginiň aýaratynlygyna baglylykda umumylaşdyrylýär.

Generalizasiýanyň esasy maksady, bu kartografirlenilýän çäkde hakykaty, onuň meňzeş sypatlarynyň häsiýetleriniň aýratynlyklaryny suratlandyrmakdan ybarat.

Topografiki generalizasiýasy – bu, kartadaky şekillendirilýän obýektleriň maksadyna, masştabyna we kartografirlenýän sebitiň aýratynlygyna baglylykda saýlap almak we jemleşdirmek(umumylaşdyrmak) hadysasydyr.

Kartografiki generalizasiýa täsir edýän esasy sebäpler(faktorlar) şu aşakdaky-lardyr, ýagny kartanyň maksady, masştaby, kartografirlenýän ýeriň aýratynlygy, kartanyň temasy, kartografiki şertli belgiler we kartografiki çeşmeleridir.

Kartanyň maksadynyň onuň mazmunyna edýän täsirini şu aşakdaky *1:2500000* masştably iki sany *umumy geografiki kartalaryň* pursadyna (fragmentine) seredip geçmek bilen düşündirmek bolar. Bu kartalaryň birinjisi maglumat maksady üçin, beýlekisi bolsa dünýewi mekdeplerde okatmak üçin niýetlenilendir (9.3.17-njy surat). Olaryň birinjisinde, geografiki obýektleriň köp bölegi takyk, anyk we meňzeşlik bilen berlipdir, emma ikinji kartada obýektleriň köpüsi belli derejede azaldylyp, shematiki, açyk we ulaldylyp görkezilendir. Şertli belgileriň we şriftleriň iri görkezilmegine kartografiki generalizasiýasy uly täsir edilýär. Ýagny şeýle edilmegi kartanyň maksadyna görä, klaslaryň köpräk aralykdan seretmek üçin ulanylmagydyr.

Kartanyň temasy gönüden-göni, onuň saklanýan esasy elementleriniň mazmuny-ny görkezýär. Meselem, öňki SSSR-iň *1:2500000* masştably umumy *geografiki* we *gipsometriki* kartalarynda ilatly punktlaryň we aragatnaşyk ýollarynyň birinji kartada, onuň esasy mazmunyny düzýänligi sebäpli, olar takyk, aýdyň we doly meňzeşlik bilen suratlandyrylýar. Ikinji kartada bolsa, bu elementler diňe oriýentir üçin gerekligi sebäpli, olaryň karta geçirilmeginde güýçli saýlama sezewar edilýär.

Takyk ölçegleri geçirmek üçin niýetlenen kartalar uly masştablarda, emma uly ýeriň çägini göz bilen öwrenmek maksadynda bolsa, kiçi masştablarda düzülýär.

Masştab kartanyň maksady bilen birlikde, kartografiki şekilleriň anyklygyny kesgitleýär. Meselem, $1\ km^2$ meýdany *1:25000* masştably kartada $1600\ mm^2$, emma *1:1000000* masştably kartada şu ýer, bary-ýogy $1\ mm^2$ ýeri tutýar. Bu ýerden masştabyň üýtgemegi bilen suratlandyrylan obýektleriň ählisiniň görkezmek mümkinçiliginiň ýoklugydyr. Masştab şekillendirlen elementleriň geometriki takyklygyny kesgitleýär. Oňa, kartadaky şekillendirilen obýektleriň köplük we hil häsiýetleriniň jemlenen derejesine köpräk baglydyr. Ol obýektleriň aýratyn belgilerininň meňzeş(maşgala)

görnüşine geçmegini görkezýär. Masştabyň üýtge-megi şekiliň şertli belgisiniň görnüşiniň üýtgemegine getirýär.

Muny kartanyň mysalynda görmek bolar, *1:5000* masştably planda ösýän gyrymsy baglyklar masştably şertli belgiler bilen, emma *1:25000* masştably kartada şu ýeriň çägi masştabdan daşary şertli belgiler bilen şekillendirilýär. Plan maňzeşliginiň gysgaldyýanlygyny kartalarda relýefiň suratlandyrylşyny mysal hökmünde görkezmek bolar. *1:10000* masştably karta seredende, *1:50000* masştably kartada gorizontallaryň sany azdyr, relýefiň kesişme beýikligi hem ulalýar, emma kartanyň masştabynyň kiçelmegi bilen relýefiň suratlandyryş takyklygy peselýär.

Kartografiki generalizasiýa kartografirlenilýän ýeriň çäginiň aýaratylygy hem täsir edýär. Şol bir obýekt dürli geografiki şertlerde dürli bahalary alýar. Şonuň üçin käbir şertlerde, obýekt kartada görkezilýär, emma käbir şertlerde ol kartada görkezilmeýär. Meselem, toprak (gumak) ýollary, ýodajyklar aýratyn binalar açyk ýeriň üstünde uly bolmadyk rol oýnaýar we kartada görkezilmezligi mümkin. Ýapyk ýerlerde ýa-da baryp(geçip) bolmaýan sebitlerde olar wajyp orunlara eýe bolýar, ýagny ýerde oriýentirlenmegi we hereket etmegi ýeňilleşdirýär, şonuň üçin olaryň kartada görkezilmegi hökmanydyr. Ozalky SSSRiň merkezi böleginiň kartasynda guýylaryň görkezilmezligi mümkin, emma çöllerde, Türkmenistanyň ýeriniň çäginde suwly desgalar wajyp durmuş, ýaşaýyş üçin esasy funksiýany ýerine ýetirýär. Şonuň üçin olar Türkmenistanyň kartasynda esasy element bolup durýanlygyndan görkezilýär.

Beýleki sebäpleriň içinde kartografiki generalizasiýa täsir edýänler hökmünde, kartografiki çeşmeleri bellemek bolar. Muňa mysal edip ilatly punktlaryň ýaşaýjylary baradaky maglumatlaryň bolmazlygy ýa-da olaryň nägogrylygy, bu hadysanyň kartada suratlandyrylmagyna öz täsirini ýetirýär.

Ýeriň üstünde bitewi ýaýran hadysalary kartografirlemekde, köplenç uzoçyzyklar we hil öwüşgün (fon) usullary ulanylýar. Olaryň birinjisini hadysanyň mukdar häsiýetlerini görkezmek gerek bolanda, ikinjisini bolsa hadysanyň hilini görkezmek gerek bolanda peýdalanýarlar. Sanalan usullaryň

ulanylmagy, generalizasiýany geçirmekde, olaryň arasyndaky aralygy (interwaly) ulaltmak bilen geçirilýär. Şu häsiýeti topografiýa kartasynda relýefi gorizontallar bilen şekillendirmekde peýda-lanmak has-da amatlydyr. Muňa mysal edip, topografiýa kartalaryň masştabynyň kiçelmegi bilen relýefiň kesişme beýikligi ulaldylýar we ol kartografirlenilýän ýeriň çägine bagly bolýar. Köplenç ýagdaýda: *1:10000* masştably kartada relýefiň kesişme beýikligi *-2.5 metre, 1:25000* masştably kartada-*5 metre, 1:50000* mas-ştably kartada *10 metre* we ş.m. beýiklikler alynýar (9.19-nji surat).

4.11. Topografiki kartalary analizlemek

Analiz barlanylýan ýeriň çägini öwrenmek, kartada ýerleşen obýektleriň we hadysalaryň suratlandyrylyş aýratynlyklaryny, ýerleşmeginiň kanunalaýyklaryny, özara arabaglanyşyklaryny, ösüş dinamikasyny, kartanyň mazmunynyň köneliş derejesini kesgitlemek ýaly maksatlarda geçirilýär. Analiz degişli işi geçirmek üçin kesgitlenen masştably kartany saýlap almagy, onuň ulanyljak ygruna baglylykda çapdan çykan wagtyny, ilkinji gezek şekillendirilen ýeriň bölegi bilen tanyş bolmak we ýeriň üstüni anyk öwrenmek, meýdan işleriniň meýilnamasyny düzmek, barlagy geçirilýän ugruň marşrutyny kesgitlemek, onuň ugrunda stansiýalary bellemek, ýeriň üstünde oriýentirlemek maksadynda oňaýly nokatlary bellemek ýaly meseleleri çözmägi geçirilýär. Şonuň bilen birlikde landşaft, toprak, durmuş-ykdysady hadysalary, ylmy-barlag işleri geçirmek zerurdyr.

Kartalary saýlap almak, olaryň kesgitli maksatlar üçin ulanyp boljaklygyny, olaryň haýsy hem bolsa niýetlenen işler üçin takyklygynyň we maglumatlaryň doly bolmagy wajyp bahany alýar. Şu ýagdaýda bir zady bellemek gerekdir, ýagny kartalaryň masştabynyň ulalmagy bilen şu ýeri suratlandymak üçin kartalaryň sahypasynyň artýandygyny, olarda suratlandyrylan maýdanly ýaýran obýektleriň şekillendiriliş gözýetimliginiň peselýändini, muňa garamazdan kartanyň masştabynyň ulalmagy bilen obýektleri we hadysalary öwrenmek maksadynda geçirilýän ölçegleriň takyklygynyň artýandygyny bilmelidir. Ýeriň çäginiň döwrebaplygyny öwrenmek we olarda bolup geçýän hadysalary

bilmek maksadynda, geçirilmeli işlere ýakyn bolan wagtlarda düzülen ýa-da çapdan çykan kartalary ulanmak amatlydyr. Geografiki hadysalaryň dinamikasyny öwrenmek üçin şol bir ýeriň dürli wagtlarda düzülen kartalaryny deňeşdirmek zerurdyr. Ölçegli meseläni çözmek maksadynda täze mazmunly, oňat saýlanan iri masştably kartalardan peýdalanmak bolar.

Topografiýa kartalary analizlemegiň usullary bolup: *wizual, grafiki, kartometriki we matematiki-statistiki* we ş.m. durýar.

Wizual analizi kartada suratlandyrylan ýerdäki obýektleri, olaryň keşbi, goýu-lyşy, ölçegleri, düzümi ýaýraýşy we ş.m. ýönekeý gözüň kömegi bilen dyümaga esaslanandyr. Ol köplenç uzynlygy, meýdany, burç ululyklary göz ölçegli bilen bahalamak arkaly geçirilýär.

Grafiki analizi kartada alnan çyzygyň profilini we ýeriň böleginiň bitewi üstüniň orografiki çyzyklaryny gurmak arkaly geçirilýär.

Kartometriki analizi karta boýunça dürli nokatlaryň arasyndaky aralyklary, beýikliklerini, kartada berlen çyzyklaryň uzynlyklaryny, sudurlaryň meýdanlaryny we ş.m. ölçegleri geçirmek bilen geçirilýär. Kartometriki analiziň netijelerini wizual analizi bilen oňat doldurmak ýa-da kämilleşdirmek bolar, şol bir wagtyň özünde olar öwrenilýän sebitde matematiki-statistiki analizini geçirmek üçin maglumat bolup durýar.

Matematiki-satistiki analizi usuly köp görnüşlidir. Olaryň kömegi bilen obýektleriň ýaýraýyş görkezijileriniň sany we olaryň arasyndaky arabaglanyşyk goýulýar. Onuň kömegi bilen dürli faktorlaryň täsirleriniň derejesini, ýeriň üstüniň topografiki ýazgysy matematiki esaslandyrylýar. Onuň esasynda bolsa soňky yyllarda giňden ýaýran Ýer üstüniň matematiki modeli, ýagny ýer üstüniň **sanly kartalary** döredildi. Bu model boýunça dürli görnüşdäki inženerli mysallary çözmek has-da amatlydyr. Bu usulyň girizilmegi netijesinde, kartalary ulanmak bilen geçirilýän analitiki we amaly işleriň bölegini geçirmekde EHM-leri ulanmak-lyga mümkinçilik döretdi.

V.TOPOGRAFIKI KARTASYNDA SUDURLARYŇ MEÝDANYNY KESGITLEMEK

5.1. Umumy düşünje

Geodeziýada haýsy hem bolsa bir berlen ýeriň böleginiň meýdanyny kesgit-lemek üçin ölçeg we hasaplama işlerini geçirmeli bolýar. Netijede, hasaplamaly ýeriň bölegi, meýdan birliginde(kwadrat metrde, gektarda, arda we ş.m.) alynýar. Soňra ýeriň üstüniň fiziki meýdanyny hasaplamakda, onuň gorizontal tekizlikdäki proýeksiýasyndaky meýdanyny şu aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$P=P_{hakyky}\cdot Cos\ v.$$

P_{hakyky} meýdany kesgitlemek üçin şu aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$P_{hakyky}=\frac{P}{Cos\,v}.$$

Bu ýerde P_{hakyky}-ýeriň üstündäki suduryň hakyky meýdany, gektarda.

Meýdany kesgitlemegiň gerek takyklygyna baglylykda, dürli üsullar bilen ýeriň üstündäki bölekleriň meýdanlary hasaplanylýar. Olardan şu aşakdakylary bellemek bolar: paletkalaryň, grafikli, mehaniki, analitiki, analitiki terezilerde çekmek, fotoelektron we ş.m. usullaryň kömeginde kesgitlemek bolar. Bu usullaryň takykylygy, olaryň sanalan tertibinde artýar. Meýdany kesgitlemegiň iň pes takykly usuly, bu paletkalar usulydyr, iň ýokary takykly usuly bolsa foto-elektron usulydyr.

5.2. Planyň deformasiýasy we onuň meýdany kesgitlemekde hasaba alnyşy

Plan bilen işlemekde, kagyzyň deformasiýasyny hasaba almak zerurdyr. Ol öz gezegeinde kartanyň *saklanyş şertine* we *goýmagyň görnüşune* baglydyr. Kartanyň deformesiýasyny iki sany özara perpendikulýar ugurlar boýunça kesgitlemek bolar. Ony şu aşakdaky formula goýmak bilen kesgitlemek bolar:

$$q = \frac{l_0 - l}{l_0}.$$

Bu ýerde l_o -plandaky çyzygyň hakyky uzynlygy, metrde; *l*-ölçenýän çyzygyň uzynlygy, metrde, q-deformasiýanyň ululygy.

1-nji mysal. Kartadaky çyzygyň hakyky uzynlygy l_o =1000 m, *l=995 m* bolsa, onda deformasiýanyň mukdary şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$q = \frac{1000 - 995}{1000} = +0.005 = +\frac{1}{200}.$$

Plandan ölçenen çyzygyň uzynlygyny şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$l_o = l + l \cdot q$$

2-nji mysal. Kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygy l=245.0 m, q=+1/200, onda ölçenen çyzygyň uzynlygy şu aşakdaky baha deň bolar:

$$l_o=245.0+245.0/200=245.0+1.6=246.2\ m$$

Iki sany özara perpendikulýar ugurlar boýunça deformasiýanyň koeffisiýen-tiniň deň bolmadyk ýagdaýynda, ýagny olaryň tapawudy 20 %-den geçmedik ýagdaýynda orta koeffisiýent girizilýär:

3-nji mysal. Eger-de q_1=+1/100 bolsa, şeýle hem q_2 =-1/50 bolsa onda orta koeffisiýent şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$q_{orta} = \frac{((+1/100) - (1/50))}{2} = -\frac{1}{200}.$$

Planda (kartada) sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemäge düzedişleri girizmän, ilki bilen onuň(P) meýdanyny, deformirlenen planda kesgitläp, soňra $2{\cdot}P{\cdot}q$ düzedişi şu aşakdaky formula boýunça girizmek bolar:

$$P_o = P + 2 \cdot P \cdot q.$$

4-nji mysal. Kartadan kesgitlenen suduryň meýdany P=152.20 ga, q=-1/200 bolsa, onda suduryň umumy meýdany şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

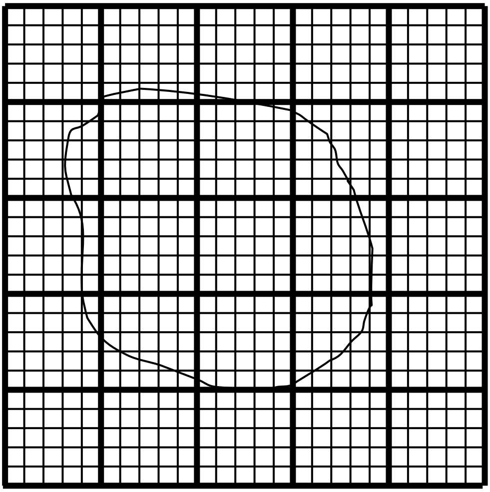
$$P_o = 152.20 + 152 \cdot (-1/200)=151.44\ ga.$$

Suduryň hakyky meýdany *151.44 ga* bolar.

5.3. Pletkalar usuly

Plaletkalar, bu grafiki gurluş bolup, kwadrat, parallel çyzyklar, tegelek görnüşinde aňyrsy-bärisi görünýän materiala(aýna, pleksiglasa, kliýonka we ş.m. plastmassa önümlerine) çyzylan bolýar.

Kwadrat paletka bilen işlemezden öňürti, onuň iň kiçi bir böleginiň ululygyna düşýän meýdan birligini(P), ölçeg birliginde (mm^2 *ýa-da* sm^2) hasaplaýarys. Bize mekdepde, geometriýa dersinden belli bolşy ýaly kwadratyň meýdany $P=a^2$ formula boýunça hasaplanylýar, bu ýerde a-kwadratyň tarapynyň uzynlygy, metrde.



5.1-nji surat.

Paletka bilen meýdany ölçemek üçin, ony meýdany kesgitlenýän bölegiň üstünde goýup, meýdanyň daşky araçägi boýunça, onuň içine girýän ähli kwadrat birlikleriň(n_p) umumy sanyny sanaýarys. By ýagdaýda $n_p=n+n'$ formula boýunça hasaplanylýar. Bu ýerde n-doly öýjükleriň sany, n'-doly däl kwadratlaryň sany, bu sany ikä bölmek bilen döly kwadrat hökmünde alynýar.

Ölçenen ýeriň bölekleriniň meýdanyny(P), ölçeg birliginde aňlatmak üçin (m^2, ga, km^2 ýa-da ar) paletkanyň c_p böleginiň bahasyny hasaplamak gerek bolýar. Ony şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$c_p = (a \cdot c)^2.$$

Bu ýerde c-kartanyň masştabynda ölçenen a ululyga baglylykda alnan baha. Ol şu aşakdaky ýaly bolup biler:

a=1 mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm, 100 mm.

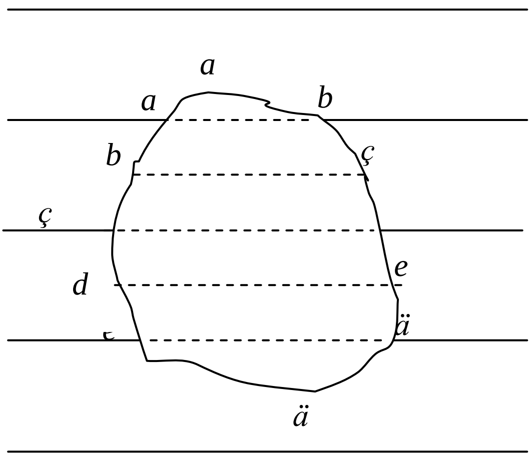
Onda hasaplanýan meýdany şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitle-mek bolar:

$$P = n_p \cdot c_p$$

Onda 5.1-nji suratdaky şekiliň meýdany doly kwadrata n=133, doly däl kwadratda n'=64/2=32 bolsa, onda umumy öýjükleriň sany $n_p=n+n'= 133+32=165$ bolar. Indördüliň iň kiçi öýjüginiň tarapynyň uzynlygy *a=2 mm* baha deň diýip alnan..

Eger-de kartanyň masştaby *1:10000,* onda onuň *1* mm^2 kwadrat öýjügine *100* m^2 ýa-da *0,01 gektar* meýdan birligi düşýär. Onda, onuň iň kiçi kwadratyna (öýjügine) *a=2 mm* kwadrat öýjügine *400* m^2 ýa-da *0,04 gektar* meýdan birligi düşýär. Şu ululyklardan ugur alsak, paletka bilen kesgitlenilýän suduryň umumy meýdany şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P = 165 \cdot 0{,}04 = 6.6 \text{ ga.}$$ bolar.



5.2-nji surat.

Paletkanyň ýagdaýyny üýtgetmek bilen berlen suduryň meýdanyny ikinji gezek hasaplaýarys. Şu ýerde bir zady bellemek zerur bolup durýar, ýagny ýeriň üstündäki sudurlaryň örän kiçi bölegini keser ýaly dereejede paletkany ýerleşdirmeli. Bu paletkany ýer üstüniň böleginiň meýdany 2 sm^2–dan az bolanda ulanmak amatlydyr.

Parallel çyzykly paletkalar bilen berlen suduryň meýdanyny hasaplamak üçin ölçeýji-sirkuly we kese masştab çyzgyjyny ulanýarys (5.2-nji surat).

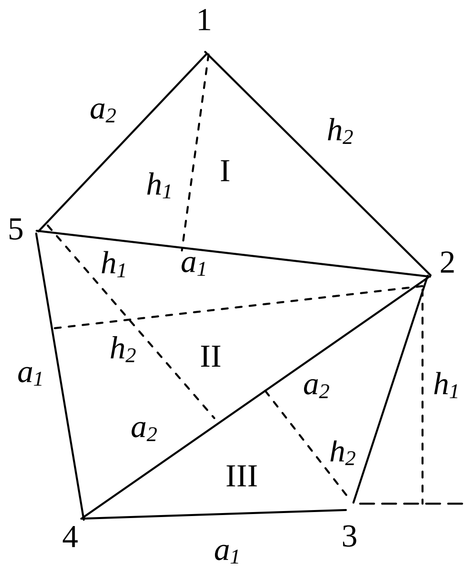
Ölçeýji-sirkulyň kömegi bilen trapesi-ýanyň orta çyzyklarynyň *ab ,bç, çd....eä* uzynlyklaryny ölçäp, masştab çyzgyjynda, olaryň jemi uzynlygyny hasaplaýarys. Onuň uzynlygyny çyzyklaryň arasyndaky aralyga köpeltmek bilen suduryň meýdanyny

tapmak bolar. Bu usulda meýdany kesgitlemek, trapesiýanyň meýdanyny kesgitlemege esaslanýar.

Meselem, orta çyzyklaryň uzynlygy, kartanyň masştabynda 252 metre deň bolsa, planyň masştaby 1:10000 bolanda, suduryň meýdany sü aşakdaky ýaly kesgitlener:

$P = 252 \cdot 10 = 2520\ m^2 = 0{,}25\ ga$ bolar.

Bu paletkany, sudurlaryň meýdany *10* sm^2*-dan* kiçi bolan ýer üstüniň bölekleriniň meýdanyny kesgitlemekde ulanmaklyk maslahat berilýär.



5.3-nji surat.

Agzalan paletkalardan daşary tegelek paletkalar hem önümçilkde gnden ulanylýar. Olar hem trapesiýanyň meýdanyny hasaplamaga esaslanandyr. Tegelek paletkalar bilen ýer üstüniň bölekleriniň meýdany *10* sm^2*–dan* kiçi bolanynda ulanmak bolar. Bu paletkanyň kömegi bilen *1:10000* masştably kartada sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek bolar. Ony başga masştably kartalarda, meýdany kesgitlemek maksadynda hem ulanmak bolar.

Paletkalaryň kömegi bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň otnositel takyklygy has amatly şetrlerde 1:100, ýaramaz şertlerde bolsa 1:50 baha deňdir.

5.4. Grafiki usul

Grafiki usulyny 15 sm^2-dan kiçi bolan sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemek-de ulanmak bolar. Bu usulda meýdany hasaplanýan ýer üstüniň suduryny, geometriýada belli bolan we meýdanlary öňunden kesgitlenilýän şekillere bölemeklik bilen geçirilýär. Bu şekillerden: kwadrat, gönüburçlyk, trapesiýa, romb, tegelek we ş.m. bellemek bolar. Suduryň meýdanyny kesgitlemekde, ony şu sanalan şekillere bölmek bilen, her bir suduryň meýdany aýratynlykda hasap-lanylyp, soňra umumy jemi alynmak bilen tapylýar.

Berlen sudurlaryň meýdanyny üçburçluklara bölemeklik bilen hasaplanyşyna degişli mysala seredip geçeliň (5.3-nji surat). Planyň masştaby 1:5000 deň diýip alalyň.

Üçburçlygyň esasyny we beýikligini ölçeýji-sirkuly ulanyp, ony masştab çyzgyjynyň üstüne goýmak bilen planyň masştabynda kesgitlemek bolar. Üç-burçlygyň meýdanyny belli formula arkaly hasaplamak bolar. Ol şu aşkada-ky ýaly berilýär:

$$P = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h \,.$$

Bu ýerde a-üçburçlygyň esasy, metrde; h-üçburçlygyň beýikligi, metrde.

Bäşburçlygyň meýdanyny şu aşak-daky ýaly kesgitlemek bolar:

$$2P = a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2 + \ldots\ldots + a_n \cdot h_n.$$

Mysal hökmünde 12345 köpburçlyk üç sany (I, II we III) üçburçlyga bölü-nen, ölçegleri we hasaplamalary 5.1-nji tablisa laýyklykda geçirýäris.

5.1-nji tablisa

Üçburçlugyň tertibi	Uçburçlugyň elementleri, Metrde		2P, ga	2P-iň orta bahasy, ga
	Esasy	Beýikligi		
I	426.8	508.0	21.68	21.67
	547.0	396.0	21.66	

II	468.2	442.0	20.69	20.56
	520.0	297.0	20.64	
II	267.2	309.0	8.26	8.27
	322.2	257.0	8.28	
Jemi			101.21	50.60

onda üçburçlugyň umumy meýdany şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P = \frac{2Porta}{2} = \frac{50.60}{2} = 25.30 \text{ ga.}$$

Goýberlen ýalňyslygy hasaplalyň, onuň üçin suduryň hasaplanan P_{has}=25.39 ga bahasyndan onuň hakyky P meýdany aýyrmak ýeterlikdir.

$$f_p = P_{has} - P = 25.30 - 25.39 = 0.09 \; ga$$

bolar.

Hasaplamanyň dogry geçirilenligini barlamak maksadynda meýdany kesgit-lemekde goýberilýän ýalňyşlygyň ululygyny hasaplaýarys. Ony şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$f_{Pgoyber} = \pm(0.05 \cdot \frac{M}{10000} \cdot \sqrt{P}) \text{ ga}$$

Bu ýerde *M*-masştabyň maýdalawjysy; *P*-suduryň hakyky meýdany, gektarda.

Onda biziň mysalymyzda çäkli ýalňyşlyk şu aşakdaky baha deň bolar:

$$f_{Pgoyber} = \pm(0.05 \cdot \frac{5000}{10000} \cdot \sqrt{25.39}) = \pm 0.05 \cdot 0.5 \cdot 5.05 = 0.13 \text{ ga.}$$

bolar. Şu ýagdaýda $f_p <= f_{Pgoyber}$ bolmagy hökmanydyr.

Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemek iň tygşytly usullaryň biridir. Eger-de sudury üçburçlyklara bölüp bolmasa, onda öňki bellenilen geometriki şekillere bölüp hasaplamak maslahat berilýär.

Grafiki usul bilen sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegiň otnositel takykylygy 1:100-1:200 çäklerde bolýar.

Üçburçlugyň meýdanyny hasaplamak üçin Geronyň formulasyny ulanmak hem bolar. Bu formula şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$P = \sqrt{(P \cdot (P-a)(P-b)(P-c)}\,.$$

Bu ýerde a, b we c-üçburçlugyň taraplarynyň uzynlygy, metrde; P-üçburçlugyň ýarym perimetri.

Üçburçlygyň ýarym perimetrini şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitelemek bolar:

$$P = \frac{a+b+c}{2};$$

5.5. Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usuly

Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usulynda planimetr diýilýän mehaniki gural ulanylýar. "*Planimetr*" sözi gelip çykyşy boýunça latyn sözidir, ol türkmen diline "P*lan boýunça ölçeýärin*" diýen ýaly manyda terjime edilýär. Bu gural çalt we gerek takyklykda islendik sudurly meýdany kesgitleýär. Islendik ýer üstüniň böleginiň meýdanyny planimetr bilen kesgitlände, suduryň meýdanyny planimetriň böleginde alýarlar. Planimetr bilen meýdany kesgitlemegiň otnositel takyklygy 1:400 has amatly şertlerde we 1:200 ýaramaz şertlerde bolýar. Plani-metr bilen sudurlaryň meýdany *10* sm^2*–dan* uly bolan ýer üstüniň sudurlary üçin ulanmak bolar.

Planimetr, bu sudurlaryň meýdanyny hasaplamak üçin niýetlenen guraldyr (54-nji surat). Şu günki-günde has köp ýaýran polýar planimetrleridir. Ol aşakdaky gurluşlardan ybarat bolýar. Polýus ryçagyndan, onuň bir tarapyna iňňeli ýükjagaz berkidilendir, onuň garşylykly tarapynda bolsa iňňeli şarniş bardyr. Planimetr başga, öwrüm ryçagyndan we hasaply mehanizmden durýar. Hasaply mehanizmi barabanjykdan, siferblatdan, hasaply bölejikden we görkezijiden ybarat bolýar. Hasaply barabanjygynyň daş töweregi *100* bölege, siferblata *10* sany bölege bölünendir. Barabanyň *1:1000* aýlanmasyna meýdany *ölçemegiň birligi* ýa-da *planimetriň bölegi* diýilýär. Meselem, suratdan alnan hasap 6453 bolar. Planimetriň siferblatasynyň doly aýlawy 10000 sana deňdir. Hasaply mehanizmden alnan san *dört belgilidir*, käbir halatlarda *10000-den* geçýän *5 belgili* san hem bolýar. Olaryň birinjisi siferblatdan, ikinji

we üçünji sanlar hasaply barabandan, dördünji san bolsa hasaply bölekden alynýar.

Planimetr bilen işlemezden öňürti onuň aýry bölekleriniň we serişdelerininiň işleýiş sazlygyny synamak we barlamak zerurdyr. Planumetriň hasaply tigriniň okunyň daşyndan ýeňil aýlanmagy hem-de hasaply bölege degmezligi gerekdir. Barmagymyz bilen hasaply tigiri aýlandyryp hereket etdirsek, ol *3-4"* hiç hili bökdewsiz säginmän aýlanyp durmalydyr. Sanly bölek bilen hasaply tigiriň arasyndaky aralyk galyň kagyzyň inliginden köp bolmaly däldir. Ony düzetmäge tigriň okunyň ýanyndaky aýratyn nurbatlaryň kömegi bilen geçirmeli. Düzetmegi berkidiji nurbatynyň boşadylan ýagdaýynda geçirmeli.

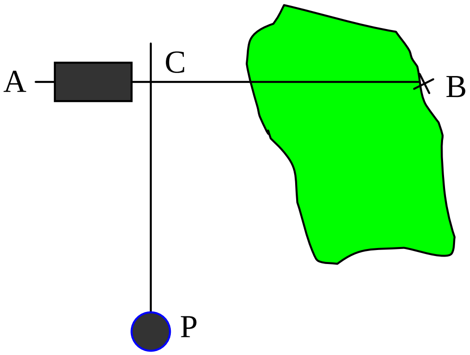
Hasaply tigiriniň we hasaply böleginiň üsti bir-biriniň dowamy bolmalydyr. Düzetmegi hasaply bölege berkidilen nurbatyň kömegi bilen geçirýäris.

Hasaply tigriň we hasaply gurluşyň bölekleri dogry bölünen bolmalydyr. Ony barlamak üçin hasaply bölegiň nul bölegini hasaply tigiriniň haýsy hem bolsa bir bölegi bilen gabat gelmelidir. Soňra hasaply böleginiň nul bölegini hasaply tigiriniň indiki bölegi bilen gabat getirýäris. Edil şular ýaly galan bölekleri barlaýarys.

Hasaply tigriniň görkezmesi durnukly bolmalydyr. Bu barlag üçin niýetlenen çyzygyjyň kömeginde bilen planimetriň *sag(SP)* we *çep(ÇP)* polýuslarynda ýiti, göni we kütek burçlar boýunça tutgyjyň(ryçagyň) arasynda, her bir ýagdaýda dört sapar(gezek) aýlaýarys. Hasaply mehanismden alnan hasaplaryň tapawudy 3 bölekden köp bolmazlygy gerekdir. Şu şert ýerine ýetmedik ýagdaýynda hasaply tigrini täzeden düzetmeli bolýar. Hasaply tigriň gurşawynyň tekizligi, öwrüm tutgyjynyň okuna perpendikulýar bolmalydyr. Şerti ýene-de barlag çyzgyjynyň kömegi bilen, planimetriň polýusynyň iki ýagdaýynda tutgyçlaryň arasynda ýiti burçy emele getirmek bilen barlanylýar. Planimetri SP ýagdaýyndan ÇP-a geçirmekde, barlag çyzgyjy we polýusy süýşürmeli däldir. Şert her polýusda hasaplaryň tapawudynyň deň bolan ýa-da *3 bölekden* geçmezlik ýagdaýynda ýerine ýetýär. Eger-de, şert ýerine ýetmese, onda planimetri düzetmegi, onuň düzediji nurbatynyň kömeginde, öwrüm tutgyjy berkidýän, berkidiji nurbatyň boşadylan ýagdaýynda

geçirýäris. Soňra, barlagy gaýtalaýarys. Eger-de şert ýerine ýetmese sudurlaryň meýdanyny kesgitlemegi, polýusyň iki ýagdaýynda geçirmeli we hasaplaryň tapawudynyň orta arifmetiki bahasyny tapmak bilen geçirýäris.

Planimetr bilen işlenilende plany tekiz, ýylmanak, gorizontal üste, stola ýa-da çyzgy tagtasynyň üstüne goýýarys we ony berkidýäris(kagyzyň dört burçuna ýükjagazlary goýmak, ýa-da olary knop-kalar bilen berkitmek bolar). Planimetriň polýsusyny goýmak üçin öňünden suduruň üstünde planimetri aýlaýarys we tutguç-laryň arasyndaky burçuň *30°-dan uly 150°-dan* kiçi bolar ýaly nokady saýlap alýarys.



5.5-nji surat

Soňra aýlamak maksadynda baş-langyç nokady alýarys, aýlamagy pla-nimetriň SP (ÇP) geçirýäris. Polýusy su-durdan daşarda almaklyk hökmanydyr. Soňra suduryň daşyndan aýlamak üçin başlangyç nokady, suduryň daşyndaky çyzykda alýarys we ony galam bilen belgileýäris, şol nokatda planimetriň oklary takmyny bir-birine perpendikulýar bolmalydyr (5.5-nji surat). Polýusy berkidip, öwrüm indeksini başlanyç nokat bilen gabat getirip, hasaply mehanizmden sany alýarys. Sudury sagat diliniň ugruna, bökdürmesiz, birmeňzeş tizlikli, öwrüm indeksiniň çyzykdan çykmazlyk şerti bilen aýlandyrýarys. Başlangyç nokada gelip aýlamany togtadýarys we hasaply mehanizmden ikinji sany alýarys, sanlaryň birijisi siferblatadan, ikinjisi we üçünjisi hasaply tigirden we dördünjisi bolsa hasaply bölekden alynýar. Alnan hasaby "*Meýdany planimetriň kömegi bilen hasaplamagyň tablisasyna*" ýazyp, aýlamagy ýene-de sagat diliniň ugruna dowam etdirýäris. Başlangyç nokada gelip, ýene-de planimetriň hasaply mehanizminden ha saby alýarys, alnan hasaby, tablisa degişli ýere ýazýarys. Soňra alnan hasaplar boýunça

n_2 - n_1 we $n_3 - n_2$ tapawutlary tapýarys, olar ululyklary boýunça takmyny bir-birine deň bolmalydyr ýa-da arasyndaky tapawut takmyny *±5* bölekden geçmeli däldir. Suduryň daş töwereginiň dogry ölçenenligini barlamak maksadynda, planimetriň beýleki polýusynda ÇP (SP) suduryň araçägi boýunça ölçemegi ikinji gezek geçirýäris.

Planimetriň sag we çep polýuslary, onuň polýusy bilen hasaply mehanizme baglylykda alynýar. Eger-de hasaply mehanizm polýusyň çepinde ýatsa, onda çep polýus, sagynda ýatsa bolsa sag polýus bolýar.

Sudury iki gezek aýlamagyň netijesinde tapawutlar *200* bölege çenli sudurly meýdan boýunça *±2* bölek, *200-den 2000-e* çenli *±3, 2000-den* köp bölekler üçin *±4* bölek bolmalydyr.

Iki aýlawyň netijeleriniň goýberilýän bolan ýagdaýynda, hasaplaryň tapawu-dynyň orta arifmetiki bahasy kesgitlenilýär. Eger-de, tapawut goýberilýän ulu-lykdan köp bolsa, ölçemegi ýene-de gaýtalamaly bolýarys (5.2-nji tablisa).

Planimetriň nazary(teoretiki) τ böleginiň bahasy, meýdany öňünden hasap-lanýan şekilleriň (kwadrat, gönüburçlyk, trapesiýa, tegelek we ş.m.) daşyndan planimetri aýlamak bilen kesgitlenilýär. Onuň üçin kartanyň koordinata torunyň iňedördüliniň *2-3 sanysyny* alyp, planimetriň iki polýusynda aýlamak bilen, iňedördülleriň daş töwregeiniň uzynlygyny ölçeýäris.

5.2-nji tablisa

Planimetr bilen suduryň meýdanyny ölçemegiň tablisasy

Hasaplaryň tertibi	Planimetrden alnan hasaplar		
	N	tapawudy	ortaça bahasy
Sag polýus (SP)			
3	7998	3232	3233
2	4466	3234	
1	1232		
Çep polýus (ÇP)			
3	11466	3233	3231.5
2	8233	3230	
1	5003		

Planimetriň böleginiň bahasy diýip, onuň tutgyjynyň uzynlygynyň iň kiçi, bir bölegine düşýän meýdan birliginiň ululygyna aýdylýar (5.3-nji tablisa).

5.3-nji tablisa

1:5000 we 1:10000 masştably planlar üçin planimetriň böleginiň bahasynyň kesgitleniş tablisasy

<table>
<tr><th>Hasaplar</th><th>Hasaplaryň tapawudy</th><th>Hasaplaryň tapawudy-nyň orta arifmetiki bahasy</th><th>Planimetriň bölegindäki meýdan, ga</th><th>Planimeriň böleginiň bahasy, ga</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sag polýus(SP)</td><td rowspan="5">3150.5</td><td rowspan="5">0.09522</td></tr>
<tr><td>8515
5363
2213</td><td>3152
3149</td><td>3151</td></tr>
<tr><td colspan="3">Çep polýus(ÇP)</td></tr>
<tr><td>7411
4260
1111</td><td>3151
3149</td><td>3150</td></tr>
</table>

Planimetriň teoretiki böleginiň bahasy şu aşkadaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$P = R \cdot \tau.$$

Bu ýerde R-öwrüm tutgyjynyň uzynlygy; τ-planimetriň iň kiçi böleginiň bahasy*(τ=0,06 mm).*

Amaly ýagdaýlarda planimetriň böleginiň bahasy şu aşakdaky formula bo-ýunça hasaplanylýar:

$$P = \frac{S}{n_2 - n_1}.$$

Bu ýerde S-aýlanýan suduruň belli meýdany(üçburçlygyň, gönüburçlygyň, inedörrdüliň, tegeleriň we ş.m.), gektarda; $n_2 - n_1$-planimetriň hasaply mehaniz-minden alnan hasaplaryň tapawudynyň orta bahasy, bölekde.

Onda, ölçenen suduruň meýdany şu aşakdaky formula boýunça kesgitlener:

$$S=P\cdot(n_2 - n_1).$$

Planimetriň böleginiň bahasyny bäş belgili, takmynan *0.00001* takyklykda kesgitlemek gerekdir.

Planimetriň böleginiň bahasyny kesgitlemek üçin onuň kesgitleniş formula-syna, ölçenilip alnan bahalary goýmak bilen kesgitlenilýär.

1-nji mysal. Planimetr bilen ölçenen suduryň meýdany $S=300.00$ *ga*, hasap-laryň tapawudynyň orta bahasy $n_2 - n_1 = 3150.5$ deň bolsa, onda planimetriň böleginiň ba-hasyny şu aşakdaky ýaly tapmak bolar (5.3-nji tablisa):

$$P = \frac{300.00}{3150.5} = 0.09522.$$

Işlenilýän planyň masştabyna baglylykda, beýleki bir planimetriň bölegine düşýän bahasy şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$P = R \cdot \tau \cdot M^2.$$

Bu ýerde M-işlenilýän planyň san masştabynyň maýdalawjysy.

Dürli masştably planlaryň böleginiň bahasyny şu aşakdaky formula arkaly ha-saplamak bolar:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2. \text{ Bu ýerden: } P_1 = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \cdot P_2.$$

2-nji mysal. *1:10000* masştably karta üçin, planimetriň böleginiň bahasy $P_1 = 0.090000$ ga sana deň, emma *1:5000* masştably plan üçin planimetriň bölegi-niň bahasy şu aşakdaka deň bolar:

$$P_2 = \left(\frac{5000}{10000}\right)^2 \cdot 0.09000 = 0.02250.$$

Iki hasap mehanizmli planimetrler üçin bölegiň bahasy, bir wagtda iki mehanizmi üçin hem hasaplanylýar.

Sudurlaryň meýdanyny kesgitlemekde planimetriň bölegi tegelek sanlar alyn-sa, hasaplamany geçirmek has hem amatly bolýar. Meselem, *0,10000 ga, 0.20000 ga* we ş.m. Onuň üçin aýlaw tutgyjynyň uzynlygyny üýtgetmek zerur-dyr. Meselem, P_1 =0.09522 ga bolsa, planimetriň ryçagynyň uzynlygy R_1 =163.3 mm, onda P_2 =0.10000 baha geçmek üçin P_2-ni hasaplamak ýeterlikdir. Ony şu aşakdaky ýaly hasaplamak bolar:

$$R_2 = \frac{0.10000}{0.9522} \cdot 163.3 = 171.5 \text{ mm.}$$

Hasaplanan bahany, planimetriň aýlaw ryçagynda R_2 *=171.5 mm* baha süýşürmek bilen goýýarys. Soňra planimetriň bölek bahasyny täzeden hasaplaýarys. Eger-de alnan netije *0.10000 ga* deň bolsa, onda geçiren işimiz dogry bolar.

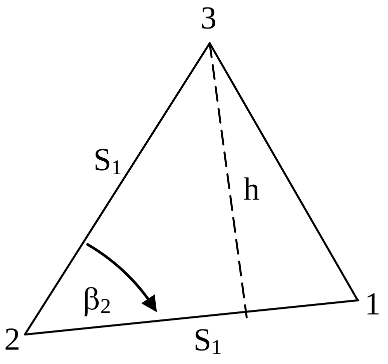
Soňky wagtlarda **elektron planimetrleriň** birnäçe tapgyrlary döredildi. Olaryň kömegi bilen dürli görnüşli sudurlary aýlap, olaryň meýdanlaryny hasaplamak bolar. Emma, käbir ýagdaýlarda hasaplamak işleri geçirmän, olaryň kömeginde, önümçiligikde işleýän planimetrleriň işleýiş takyklygyny barlamak bolar. Muňa garamazdan, elektronly planimetrleri işe taýýarlamak köp wagty talap edýär.

Polýar planimetrleriň dürli görnüşleri bardyr. Olaryň arasynda **Angliýanyň** "*Stenli*" firmasynyň elektronly planimetrini bellemek has-da wajypdyr. Guralda hasap roliginiň görkezmesi fotoelementleriň kömegi bilen alynýar we elekrtonly hasaplaýyş maşynlaryna geçirilýär. Bu bolsa hasaplamalaryň netijelerini sudur-lar boýunça tablisa boýunça, neşir ediji maşyna geçirmege we maglumatlary almaga esas döredýär. Emma, bu planimetr özüniň gurluşynyň çylşyrymlylygy bilen giň ýaýramany tapmady, şeýle hem onuň agramynyň uly bolmagy, plan ýa-da karta bilen işlände käbir kynçylyklary döredýär. Ýagny, sudurlaryň daşyn-dan aýlamagyň tizligi guralyň agramyna ters proporsionaldyr. Meýdany kesgitlemegiň wagtyny, adaty planimetrler bilen deňeşdirende, takmynan iki esse azaldýan **Şwesariýanyň** "*Kämelten*" firmasynyň planimetrini görkezmek bolar(10.7-nji surat). Onda, sudurlaryň

daşyndan aýlamagyň netijesi hasap meha-nizminiň tablosynda ýanýar. **Germaniýanyň** "*Plakom*" firmasynyň çyzykly planimetri ini 40 sm-e çenli, uzynlygy bolsa çäklendirilmedik sudurly şekilleri aýlamaga mümkinçilik berýär(9.4.8-nji surat). Bu gural ölçeg birligindäki aýlanýan suduryň meýdanyny indikatorda görkezilmegi bilen birlikde, aýlanýan sudurlaryň umumy meýdanlarynyň jemi hem berilýär.

5.6. Meýdany kesgitlemegiň analitiki usuly

Bu usul hojalyklaryň meýdanyny kesgitlemekde ulanylýar. Ýerde ölçenen çyzyklaryň (*S*) we burçlaryň (β) geometriýanyň, trigonometriýanyň we analitiki geometriýanyň formulalaryny(kanunlaryny) ulanmak bilen meýdany(*P*) kesgitlenilýär.



5.9-njy surat.

Üçburçlygyň meýdanyny, eger-de onuň iki tarapy we olaryň arasyndaky burç belli bolsa(5.9-njy surat), onda şu aşakdaky formu-lany ulanyp kesgitlemek bolar:

$$2 \cdot P = S_1 \cdot S_2 \cdot \sin \beta_2$$

1-nji mysal. S_1=215.2 m; S_2=144.9 m, β_2 =60°20′ bolsa, onda üçburçlygyň meýdany şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$2 \cdot P = 215.2 \cdot 144.9 \cdot \sin 60°20' = 27094 \text{ m}^2.$$

Kesgitlenen üçburçlygyň umumy meýdany şu aşakdaky ýaly bolar.

$$P = 27094 / 2 = 13547 / 10000 = 1.35 \text{ ga}.$$

Dörtburçlugyň meýdany(9.4.11-nji surat), eger-de onuň iki garşylykly burçlary (β_2 we β_4) hem-de dört tarapynyň uzynlygy (S_1, S_2,, S_3 *we* S_4) ölçenen bolsa, onda dörtburçlugyň umumy meýdany şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

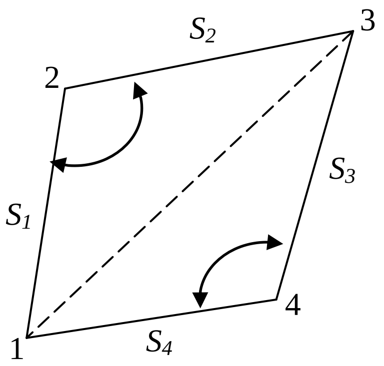
$$2 \cdot P = S_1 \cdot S_2 \cdot \sin \beta_2 + S_3 \cdot S_4 \cdot \sin \beta_4$$

2-nji mysal. Eger-de $S_1=455.7\ m$, $S_2,=480.4\ m$ $S_3 = 607.0\ m$, $S_4 = 781.5\ m$, $\beta_2 = 109°48'$ we $\beta_4=79°36'$ bolsa, onda dörtburçlugyň meýdany şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$2 \cdot P=455.7 \cdot 480.4 \cdot \sin 109°48' +$$
$$+607.0 \cdot 781.9 \cdot \sin 79°36' =672571\ m^2$$

Dörtburçlugyň umumy meýdany, şu aşakdaky ýaly bahany alar:

$$P = 672571 / 2 = 336235.5 / 10000=33.63\ ga.$$



5.10-njy surat.

Eger-de meýdany kesgitlenilýän sudur alty burçdan köp bolsa, onda suduryň meýdanyny, onuň daş töweregindäki nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary ýa-da çyzykla-ryň gönüburçly koordinatlar artmasy boýunça hasaplamak amatly bolar.

Ýapyk poligonly ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemegiň formulasyny getirip çykarmak üçin bäşburçlugy alalyň (5.10-njy surat). Bu *1-2-3-4-5* ýapyk poligo-nyň meýdanyny trapesiýalaryň meýdanynda aňlatmak bolar. Olaryň esaslary bolup absissa okunuň bahalary, ordinata oklaryň bahalarynyň tapawudy bolsa, trapesiýalaryň beýiklikleri bolup hyzmat edýär.

Poligonyň meýdanyny, onuň çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça hasaplamakda şu aşakdaky formula ulanylýar (5.11-nji surat):

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

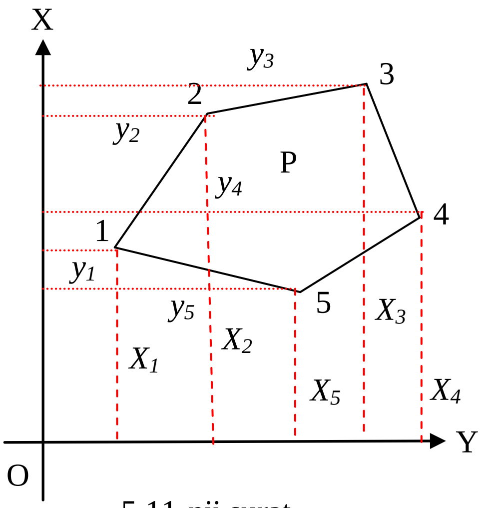
Bu ýerde X_1, X_2, X_3, X_4 we X_5-nokatlaryň absissa oky boýunça bahalary, metrde; y_1, y_2, y_3, y_4 we y_5-nokatlaryň ordinata oklary boýunça bahalary, metrde.

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

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

skobkany açyp, çalşygy geçirip alarys:

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



5.11-nji surat.

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

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

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

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

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

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

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

Poligonyň meýdanynyň ony çäklendirýän nokatlarynyň gönüburçly koordi-natlary boýunça hasaplanyşyna degişli mysaly 5.5-nji tablisadan görmek bolar.

5.5-nji tablisa

Suduruň meýdanyny gönüburçly koordinatlary boýunça kesgitlemek

№	x_n	y_n	$x_{i-1}-x_{i+1}$	$y_{i+1}-y_{i-1}$	$y_1(x_{i-1}-x_{i+1})$	$x_1(y_{i+1}-y_{i-1})$
1	2	3	4	5	6	7
1	+735.41	+811.28				
2	+370.50	+725.16	+405.71	+221.12	+329144	+162614
3	+341.07	+402.86	+394.34	-408.42	+285960	-151320
4	+657.53	+277.26	-287.03	-447.90	-115633	-152765
5	+776.21	+504.04	-435.14	+101.18	-120647	+66529
1	+735.41	+811.28	-77.88	+534.02	-39255	+414512
2	+370.50	+725.16	+800.05 -800.05	+856.32 -836.32	+615104 -275535	+543655 -304085
			0.00	0.00	+339569	+339570
P=(339569+339570)/2=169785 m²/10000=16.98 gektar; P=16.98 ga.						

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

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

VI. ELEKTRON SANLY KARTALAR WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI

6.1. Umumy düşünje

Kartalary işlemegiň esasy serişdesi hökmünde ulanýan hünärmenler köpdir. Kartalar hünärmenlere, şekillendirýan territoriýa barada ýeterlik we doly maglumat almaga mümkinçilik berýär. Kartalary ulanýan hünärmenler hökmünde: harby gullukçylary, jaý, senagat, ýol we ýer gurluşykçylaryny, geodeziýaçylary we ş.m. görkezmek mümkin. Ýol teswirleýjileriň we gurujylaryň kartalary ulanyşyna mysal edip, käbir işlerine seredip geçeliň. Ýol gurujylar iki sany ilatly punktlarynyň arasyndan ýol geçirmek maksady bilen kartadan ýoluň birnäçe mysaly ugurlaryny saýlaýarlar. Berlen ugurlar boýunça tehniki we ykdysady hasaplamalary geçirmek bilen taslamalar düzülýär. Alnan ugurlaryň içinden amatly we ykdysady taýdan arzan düşýänini esas diýip alýarlar. Hünärmenler hasaplamalaryň üsti bilen ýer üstüniň relýefini(geçýän ýoluň ugrundaky ýer üstüniň beýikli-pesligini) we topragyň işlenmeli ýerlerini, gurmakda toprak işleriniň göwrümini, berlen ugur boýunça aýyrmaly ösümlik örtüginiň möçberlerini, ekerançylyk maýdanlarynyň näçesiniň üstünden geçýänligini we beýleki häsiýetlerini hasaba alýarlar. Hasaplamak üçin maglumatlary topografiki ýa-da beýleki takyk kartografiki önümlerden almak mümkin (6.1-nji surat).

Sanly kartalaryň döremeginiň sebäplerine göz ýetirmek üçin ýene-de bir *mysala, ýagny radiotelefon* aragatnaşyk stansiýasynyň täsir edýän zonasynyň kesgitlenişine seredip geçeliň. Radiotelefon aradatnaşyk stansiýalarynda ulanylýan radio, şöhleleri özleriniň ýaý-raýyş diapazony boýunça gönüçyzyklydygy bilen tapawutlanýar. Şonuň üçin ýolda peýda bolýan islendik päsgelçilik onuň ýaýra-ýyş tizligini we mukdaryny peseldýär. Diýmek, radiostansiýanyň göýberýän antenasyny gurmak üçin amatly beýik ýerleri saýlap almak zerur. Işi amala aşyrmakda şu ýeriň topografiki kartasynda guruljak antenanyň töwereginde ýerleşýän şäherçäni, jarlary, beýik agaçlyklary(baglary), binalary we ş.m. analizlemek zerurdyr.

Topografiki kartasyna gözegçilik etmek bilen “*radiokölegäni*” çyzmak, çyzylan *kölege* boýunça radio şöhleleriniň nähili ýaýrajakdygyny we nirede päsgelçilikleriň boljakdygyny kesgitläris. Bu işi ýerine ýetirmek üçin köp zähmet çekmelidigini bellemek wajypdyr.

Häzirki wagtda ylmyň we tehnikanyň ösen döwründe takmynan, her bir öýde diýen ýaly kompýuterleriň bar bolan ýagdaýynda el bilen mikrokalkulýatory ulanyp hasaplama geçirmegi we alnan netijeler boýunça kartografiki önümi gurmaklygy buýurmaklyk nädogry bolar. Hasaplamalary geçirmekligi we önümi gurmaklygy amatlylyk bilen kompýuterde ýerine ýetirmek mümkin. Onuň üçin biz kartadan hasaplamak işlerini geçirmek maksady bilen, ýer üsti baradaky maglumatlary mahsus kartografiki çeşmelerinden almaly bolýarys. Alynýan maglumatlara: ýoluň ýakasynyň absolýut beýiklikleri, giňişlik ýerleşmegi, ýer üstüniň ösümlik örtügi, ilatly punktlarynyň ýerleşiş ýagdaýlary, ýer asty suwlaryň derejesi we başgalar degişlidir. Şeýle maglumatlary kompýuteriň ýadyna girizmek ýene-de adamyň boýnuna düşýär.

Eger-de kompýuteriň özi kartany okasa hem-de şekillendirilýän ýer üstüni derňese nähili bolarka? Şu pikire ilkinji bolup harbylar gelenler. Kartalary okaýan kompýuterleriň döremegi raketalary we öz-özünden nyşanlanýan ýaraglary dolandyrmakda ajaýyp amatlylyklary döretdi. Harbylardan soňra, şeýle pikire raýat hünärmenleri hem gelipdirler. Ine şu ýerden hem maşyn kartografiýasynyň we *geoinformatikanyň* gözbaşy gelip çykýar.

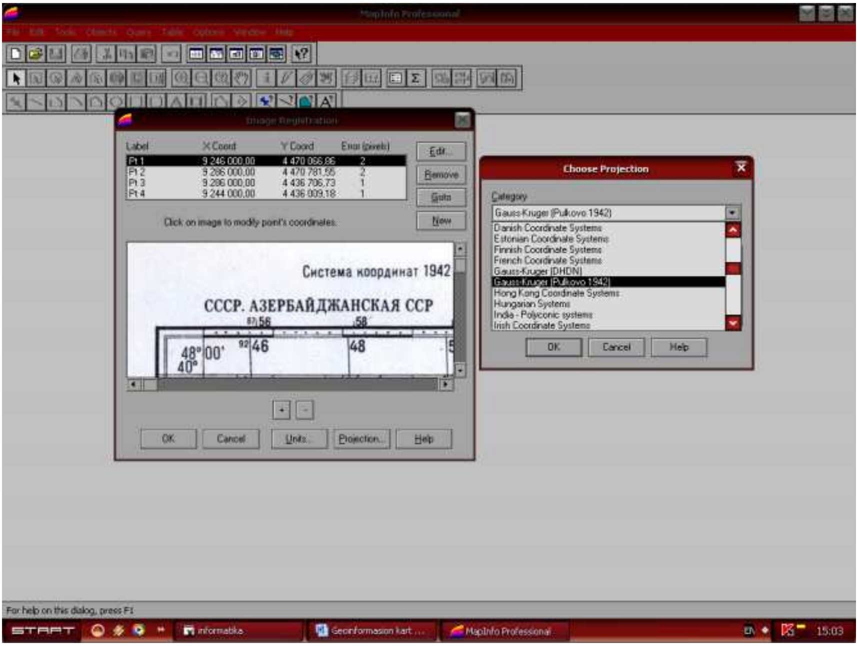
Durmuşda sanly kartalaryň ilkinji ulanylýan ýerleriniň ýene-de biri hökmünde, çylşyrymly we ägirt uly meseleleriň çözgüdini tapmagy awtomatizasiýalaşdyrmak pudagyny bellemek bolar. Sanly kartalaryň ulanylýan ýerleri diýseň çäklendirilmedikdir. Olar: binalary proýektirlemekde, gurmakda we oňa gözegçilik etmekde, ulag we aragatnaşyk nawigasiýaly hereketleri dolandyrmakda, daşky gurşawy goramakda adatdan daşary ýagdaýlary oňynlyk bilen çözmekde, ýer üstüniň, tebigy serişdeleriniň kadastryny amala aşyrmakda we beýleki işlerde giň gerim bilen ulanylýar.

6.1-nji surat. Topografiki kartanyň rastr formaty.

Sanly kartalary döretmegiň *ikinji ugry* bu islendik hadysany ýa-da ýagdaýy guramaçylykly görkezmek meselesidir. Bu mesele hem öz gözbaşyny harby hereketler bilen baglanyşykly bolan işlerden alyp gaýdýar. Dürli kinofilmlerden we edebi çeşmelerinden bilşimiz ýaly, goşun ştablarynda saklanýan ägirt kartalary, olarda bolsa söweş meýdanlarynyň çägi, ýüzlerçe kilometr uzynlykly frontuň ýagdaýy suratlandyrylýar. Frontuň ýagdaýynyň elmydama üýtgäp duran-dygy sebäpli, kartany yzygiderli çyzyp, onuň mazmunyny täzeläp durmak zerurlugy ýüze çykýar. Durmuşda bu işi ýerine ýetirmek köp wagtyň sarp edilmegi bilen baglanyşyklydyr. Eger-de ýagdaý her minutda üýtgäp durýan bolsa(ýagny howa hüjümini serpikdirmekde), onda serkerdeleriň dessine belli netijelere gelmegi zerur ähmiýete eýedir.

Hiç bir kartografyň ýa-da hünärmeniň talap edilýän tizlik bilen karta şertli belgileri geçirmäge ukyby ýokdur.

Emma käbir ýagdaýlarda guramaçylykly maglumatlaryň, awtomotizirlenen ulgamlarda ýygnalan informasiýalaryň sanly görnüşde alynmagy mümkin. Ine, şu ýerde aýratynam sanly kartalaryň gerekdigi ýüze çykýar. Displeýiň ýaýlymynda, oňaýly amatlylyk we çaltlyk bilen täze berlenleri karta geçirip, köne şertli belgileri bolsa ondan aýryp bileris. Eger-de maglumatlar kodirlenen gönüşinde bolsa, onda işi amala aşyrmak ondan hem aňsat bolar. Ýagny kartanyň öwüşgüninde öz-özünden dürli görnüşli obýektler döräp hereket edip başlar (6.2-nji surat).

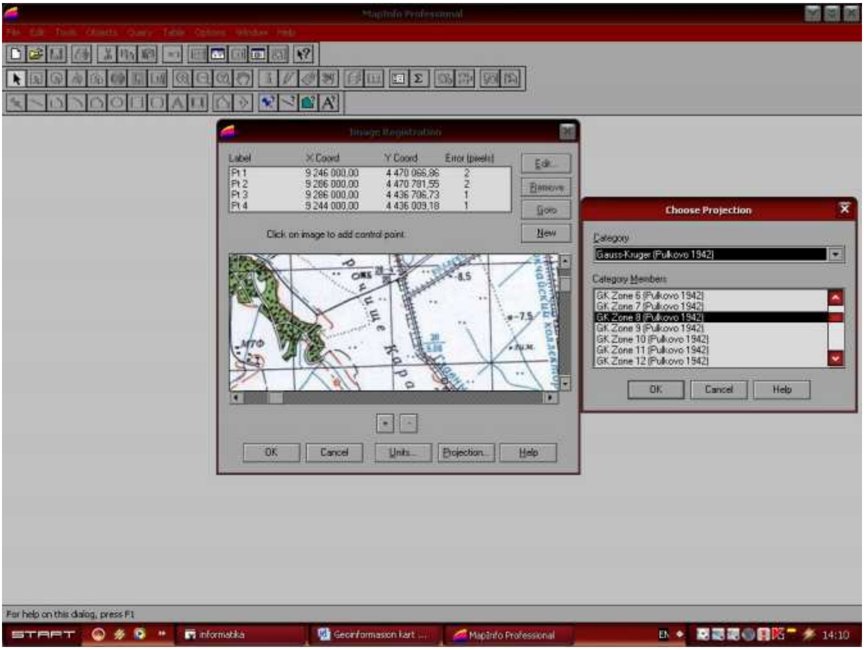


6.2-nji surat. GIS MapInfo programmasynda topografiki kartanyň wektora öwrüliş pursady.

Maglumatlary guramaçylykly şekillendirmek diňe bir harby gullukçylara gerek bolman, eýsem halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin hem zerur. Hazirki günde islendik hereket ediş serişdeleriniň

tizlikleriniň has ýokarlanmagy, olary gözegçilikde saklaýan aeroportlaryň dispetçerlerine, raýat goranyş gullugynyň şeýle-de beýleki birnäçe edaradyr kärhanalaryň hünärmenlerine sanly kartalar möhüm dolandyryş serişdesi bolup biler.

Mydama üýtgäp durýan hadysalar bilen baglanyşykly sanly kartalaryň ulanylýan ugurlarynyň *üçünji tarapy* hem bar. Sadaja kartalary çap etmek örän köp zähmeti talap edýär. Öňler şekillendirilýän ýer üstüniň elementlerini el bilen geçirmek talap edilýärdi. Soňra karta täzeden çap edilende, ýeriň üstünde geçen üýtgemeleri el bilen girizmek gerekdi. Emma sanly kartalaryň bolmagy bu hadysany awtomatiki ýagdaýda geçirmäge mümkinçilik berýär. Karta dessine çap etmeklige taýýar bolýar. Kartografa bolsa displeýiň ýaýlymynda diňe alnan şekili arassalap, düzetmek meselesi galýar.



6.3-nji surat. Topografiki kartasynyň nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça wektorlaşdyrylýan pursady.

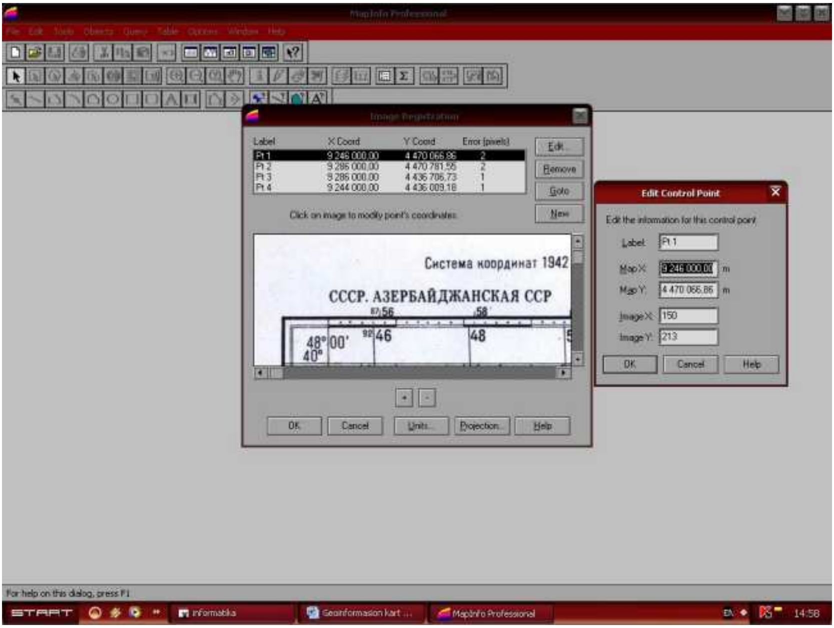
Ine şu üç ugur boýunça *geoinformatika* ulgamy halk hojalygynyň dürli pudaklaryna we ylma ornaşyp başlady(6.3-nji surat).

Geinformatikanyň täze pudagy çözülmesi ýeňil bolmadyk meseleleri ýüze çykarýar. Olaryň ilkinjisi bolup, kartany maşyna okatmagy öwretmek meselesidir. Onuň üçin kartany *EHM-iň* ýadynda ýerleşer ýaly görnüşe geçirmek we bar bolan maşyn operasiýalarynyň esasynda barlamaga elýeterli bolmagyny üpjün etmek zerurdyr. Işi ýerine yetirmekde adamyň kellesine gelen ilkinji pikiriň biri hem ýer üstüniň sudurlaryny, maşynyň kabul etjek derejesine getirmek, ýagny kartadaky ýer üstiniň obýektlerini nokatlaryň gönüburçly we geografiki koordinatlar tory görnüşinde aňladylmagydyr. Bu bolsa, her bir nokadyň degişli reňki bilen kodirlenmegine sebäp bolýar we kodlary yzygiderlikde *EHM-leriň* ýadyna girizmekligi talap edýär. Işi ýerine ýetirmek kyn düşmez, häzirki wagtda şeýle operasiýany sanlyja minutda amala aşyrýan skanirleýji (göcüriji) gurallaryň dürli kysymlylary önümçülikde ulanylýar. Kibernetikler näçe synanyşsalar-da, dürli reňkli nokatlaryň toplumynyň üsti bilen(bu karta *rastrly kartalary* diýilýär) *EHM-lere* kartalarda şekillendirlen obýektleri özbaşdak derňedip bilmeýärler. **Rastr kartalary** adatça harby howa, raýat awiasiýasynyň uçarlarynyň we deňiz gämileriniň hereketlerini dolandyrmakda ulanylýar(Rastr – "*rastrum*" latyn sözi bolup, türkmen diline "*çuňlandyrylan, oýulan, dyrnalan*" diýen manylarda alynýar).

tarapyndan iň amatly okalmagyny üpjün etjek derejesine çenli kämilleşdirilen görnüşidir. Onuň üçin, ýer üsti baradaky geoinformasiýalaryň ählisini grafiki görnüşden sanlara geçirmelidir. Bu bolsa kartany şekillendirmegiň esasyna *EHM-lerde* görkezilen ähli obýektleriň sanawyny, şeýle-de olaryň (meselem, derýa, bina, ýol we ş.m.) her biriniň sypatyny häsiýetlendirýän koduny we olaryň koordinatlaryny kesgitleýän sanlary almaklygy talap edýär (6.4-nji surat).

Şu ýerde ilkinji kynçylyk ýüze çykýar, eger-de obýekt ölçegi boýunça kiçi we dogry şekilli bolsa, onda onuň ýagdaýyny bir jübüt koordinatlar bilen geçirmek mümkin. Emma kartadaky obýekt has uly(meselem, derýa, gyrymsy baglyk, ekerançylyk meýdanlary) we

uzyn, egrem-bugram görnüşli bolsa, onda bu ýagdaýda nätmeli? Onuň üçin obýektiň kodundan soňra derýanyň ýagdaýyny häsiýetlendirýän uzyn zynjyrly koordinatlaryň hataryny girizmeli bolýarys. Sanly kartada şekillendirilýän obýektiň meňzeşligini we takyklygyny saklamak maksady bilen nokatlar toplumuny *EHM-leriň* ýadyna girizýärler.



6.4-nji surat. Topografiki kartasyny wektor görnüşine öwürmekde gönüburçly koordinatlaryň giriziliş pursady.

Kartanyň sanly keşpi onuň mazmunynyň maşynlar

Sanly kartany düzmekde başga-da birnäçe meseleler ýüze çykýar we olaryň çözgüdi tapylýar. Netijede şu günki günde *wektor görnüşli sanly* diýlip atlandyrylýan *wektor kartalary* döredildi. Bu kartada obýektleriň belgilenmegi anyk düzgünler esasynda geçirlen öz kodlary we koordinatlary boýunça alynýar.

Wektor kartasynyň obýektleriniň koordinatlarynyň berliş usulyna baglylykda *nokatlanç*(bir jübüt koordinatlaryň üsti bilen

berilýän obýektler), *çyzykly* (onuň traýektoriýasynyň gurulmagy üçin koordinatlaryň hatary gerekdir) we *meýdanly* (bu obýektleri geçirmekde koordinatlaryň hatary zerurdyr) görnüşinde bolýar.

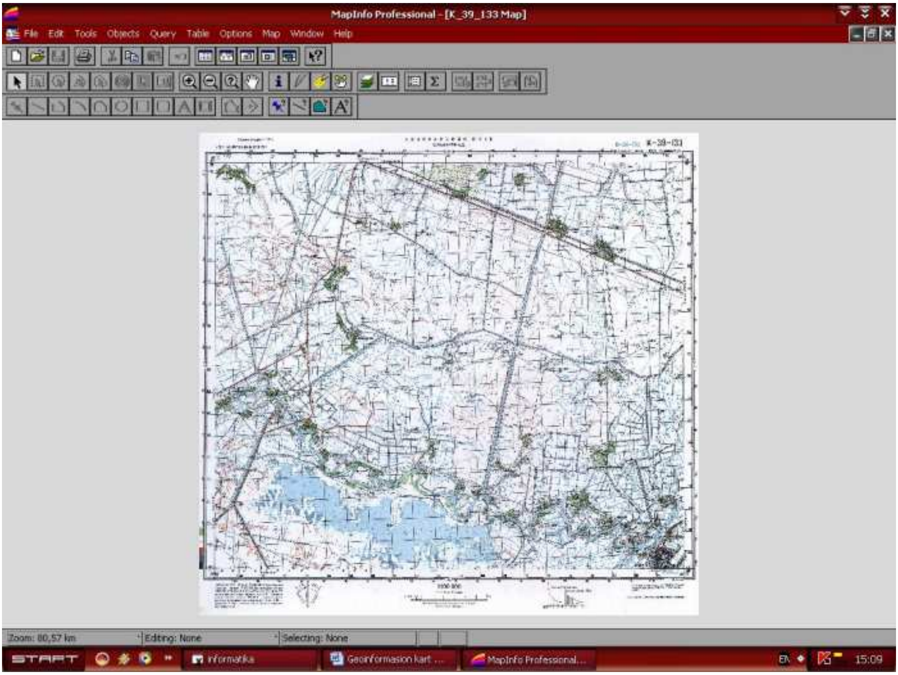
"Sanly kartada nähili obýektler görkezilýar?" diýeniňde, bu onuň nähili meseleri çözýändigine baglydyr. Bize ilatly punktlarynyň arasyndaky iň gysga aralyk gerek bolsun diýeliň. Onuň üçin ilatly punktlardan we ýollardan ybarat bolan *sanly kartany* almak ýeterlikdir. Emma has çylşyrymly meseleleri çözmek üçin ýeriň üsti barada doly maglumatlary saklaýan sanly kartalary ulanmak amatly. Dürli *görnüşli sanly* kartalarda saklanylýan maglumatlaryň mazmuny, şol bir masştably adaty kagyz kartalary bilen deňeşdireniňde takmynan, bir-birine meňzeşdir. *Wektor kartalarynyň* masştablarynyň görnüşleri, özleriniň gurluşy boýunça, şu masştably kagyz kartalaryna ýakyndyr. Sanly kartalarda masştab düşünjesini, onuň kiçeldiş derejesi boýunça almak manysyzdyr. Kartanyň masştabyny *EHM-iň* ýadynda saklanylýan nokatlaryň koordinatlaryny degişli ulaldyş koeffisiýentine köpeltmegiň netijesinde kesgitlemek bolar.

Eger-de kimde-kim adaty topografiki karta bilen işläp gören bolsa, onuň örän çylşyrymly önümdigini bilýändir. Adatça şular ýaly kartanyň bir sahypasy onlarça müň obýektleriň şekillerini özünde jemleýär. Haýsy hem bolsa bir masştably ýer üstüniň doly sanly kartasy, öz gezeginde olaryň her biriniň, yzygiderlikde müňlerçe köp belgili sanlaryny saklamagy mümkin.

Ilkinji gezek sanly kartalary planşet - kodirleýjilerinde taýýarlapdyrlar. Bu planşet sanlaşdyryş gurluşy bolup, onda kursory goýlan obýektleriň daşyndan aýlaýarlar we şu obýektiň daş töwereginiň geografiki ýa-da gönüburçly koordinatlary awtomatiki ýagdaýynda kompýuteriň ýadyna girizilýär. Şu usulyň kömegi bilen sanly kartany döretmek adaty ýagdaýlarda ýarym ýyla ýakyn wagt gerek bolýar.

Kynçylygy aradan aýyrmak üçin *wektorlaýjy-maksatnamalar* döredildi. Ýokarda *rastr kartalar* (6.5-nji surat) barada ýatlap geçipdik. Wektorlaýjylar rastrda saklanylýan çyzyklary we tegmilleri, koordinatalaryň yzygiderligi görnüşinde tapawutlandyrmaga ukyplydyr. Gerek bolan ýagdaýynda bu

çyzyklaryň we tegmilleriň nämäni aňladýandygyny görkezmek üçin belgilemegi geçirmek mümkin. Wektorlaýjylar hünärmenleriň elinden köp işleri aldy (Şeýle-de sanly kartalary doly düzgünler boýunça döretmek, diňe adama başardýar).



6.5-nji surat. 1:100000 masştably topografiki wektor kartasy.

Sanly topografiki kartalaryň kömegi bilen aragatnaşyk ýollary we çyzyklary(elektrik, turbaly we ş.m.), senagat kärhanalary we beýleki binalary geçirmek, olary teswirlemek has-da amatlydyr. Olarda ýokarda agzalan desgalary tesweirlemek bilen baglanyşykly alnyp barylýan hasaplar awtomatiki usulynda geçirilýär. Şeýle-de sanly kartalary *tebigy,* we *antropogen* hadysalaryň ösüşüni modelirlemekde, adatdan daşary ýagdaýlaryň derejesini analizlemekde we olary aradan aýyrmak meselelerini çözmekde hem giňden ulanylýar.

Sistemada köp sanly kartografiki proýeksiýalary ulanylýar. Olary dürli kartalary döretmekde ulanmak mümkin. Proýeksiýalar sada ýazgyly(tekstli) formatlarda berlip, öz proýeksiýaňda kartalary döretmek mümkinçiligini hem döredýär. MapInfo 4.0 neslinden başlap erkin ellipsoidiň we öz çyzygyňy döretmegiň parametrlerini bermek mümkinçiligi göz öňünde tutulandyr. MapInfo kartalary çarçuwadan daşary bezemek (meselem, legendasyny) üçin baý mümkinçilikleri alýar.

Amaly meseleleri çözmekde sanly kartany ulanmagyň maksatnama serişdeleriniň toplumy, olary düzmek bilen bileikde alynmagyna *geoinformasion sistemasy* (*GIS*) diýilýär. Şu günki günde geoinformasion ulgamy giň goldaw tapdy. Häzirki döwürde dünýäniň aglaba ýurtlary özleriniň geoinforasion ulgamyny döretmek bilen meşgullanýarlar. Şu maksatlar bilen meşhur kompaniýalar, geoinformasion ulgamyny döretmek we kämilleşdirmek bilen meşgullanýarlar. Şu kompaniýalar hem kartany düzmekde ulanylýan programmalary taýýarlamaga we sanly kartalary döretmäge ýöriteleşýärler. Şonuň bilen birlikde ýeriň üsti barada maglumatlaryň üstünde işlemegiň netijesinde Ýeriň şekili we onuň ölçegleri babatynda köp sanly ylmy - barlag, amaly meseleleri hem çözýärler.

Geoinformasiýa sistemasynyň awtomatizasiýalaşdyrylmagynyň netijesinde sanly kartalaryň çalt we amatly ulanylmagy ulgamyň daşky gurşaw baradaky dürli görnüşli maglumatlary özünde jemlemek we kadalaşdyrmak ukybynyň bolmagyna hem esas döretdi. Bu oňynlyk kartalaryň zerurlygy bilen birlikde häzirki zaman geoinformasion jemgyýetiniň artykmaçlygy bolup durýar. *GIS* tehnologiýasynyň dürli sebitlerde giň gerim bilen ulanylmagyna getirdi. Sanly kartalar: döwlet we ýerli dolandyryş guramalarynda, ýeri ulanyjylary meýilnamalaşdyrmakda, dolandyrmakda, şäherleri abadanlaşdyrmakda, dürli serişdeleri gurnamakda, oba hojalygynda, ýollary, turbaly geçirijileri proýektirlemekde, daşky gurşawa tehnogen hadysalarynyň täsirleriniň monitoringini geçirmekde, bahalanyşynda, dürli görnüşli ýer serişdelerini satmak üçin bahalamak işlerinde, wagtlaýyn ulag serişdeleriniň akymyny dolandyrmakda, demografiki ýagdaýlary seljermekde we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar. Olar şonuň ýaly-da

adatdan daşary ýagdaýlary: awariýalary, ýangynlary, jenaýatçylary guramaçylykly agtarmakda we beýleki ýerlerde has ösen döwletlerde giň gerim bilen peýdalanylýar.

GIS-niň beýleki awtomatizirlenen informasiýaly sistemalaryndan artykmaçlygy, onuň *geoinformasiýaly esasynyň*, ýagny ýeriň üstündäki obýekt we obýektler toplumy barada gerek bolan maglumatlar ýygyndysyny berýänligindedir. Geoinformasion sistemasy esasy aşakdaky häsiýetleri boýunça:

-ýeriň üstündäki obýektleri bir-birine takyk baglanyşdyrmak, saklanmaga mynasyp maglumatlary saýlamak we olary umumylaşdyrmak (giňişligiň ýäke-täk salgysyny bermek);

-netijäni kabul etmek üçin maglumatlaryň dolulygynyň we aýdyňlylygynyň bolmagy;

-hadysalaryň ýagdaýlarynyň dinamikasynyň modelirlenmeginiň mümkinçiliginiň bolmagy;

-ýeriň çäginiň aýratynlyklary bilen baglanyşykly mysallaryň çözgüdini awtomatizasiýalaşdyrmak mümkinçiliginiň bolmagy;

-adatdan daşary hadysalary çalt we guramaçylykly derňemek mümkinçiliginiň bolmagy bilen tapawutlanýar.

6.2. Elektron kartalarynyň gurluşy

Wektor ýa-da rastr kartasy maşynly göterijilerinde (meselem, optiki disklerde), programmasy we kartografiýa proýeksiýasynda ulanmagyň tehniki serişdeleri arkaly döredilýär. Şonuň ýaly-da sanly kartalary ýeke-täk koordinatlary, beýiklik sistemaly, gerek bolan mazmunyny geçirýän şertli belgiler ulgamynda düzülýär. Bu kartalar ýörite (statistiki) maglumat esasly bolup, onuň bolsa analizlemäge, modelirlemäge, şonuň ýaly-da maglumatly we hasaply mysallary çözmege diýseň amatly şertleri döretmegini bellemek wajypdyr.

Sanly kartalar - ýer üstüniň sanly modeli bolup, berlen proýeksiýa üçin kabul edilen kartografiýa generalizasiýasynyň kanunlarynda, grafalara bölmekde, koordinatlar, beýiklik we şertli belgiler ulgamynda döredilýär (9.5.5-nji surat).

Elektron we sanly kartalar görnüşündäki kartografiki önümleri dürli görnüşli senagat önümçiligini, ulaglary we oba hojalygyny guramaçylykly dolandyrmaga amatlydyr. Şonuň ýaly-da bu kartalar ýörite hadysalary seljermekde, material we tebigy serişdeleri ulanmagy maksatnamalaşdyrmakda, gazma baýlyklary gözlemekde, ekologiki ýagdaýlaryň monitoringini geçirmekde, adatdan daşary ýagdaýlaryň çözgütlerini tapmakda we beýleki birnäçe meseleleri çözmekde giňden ulanylýar.

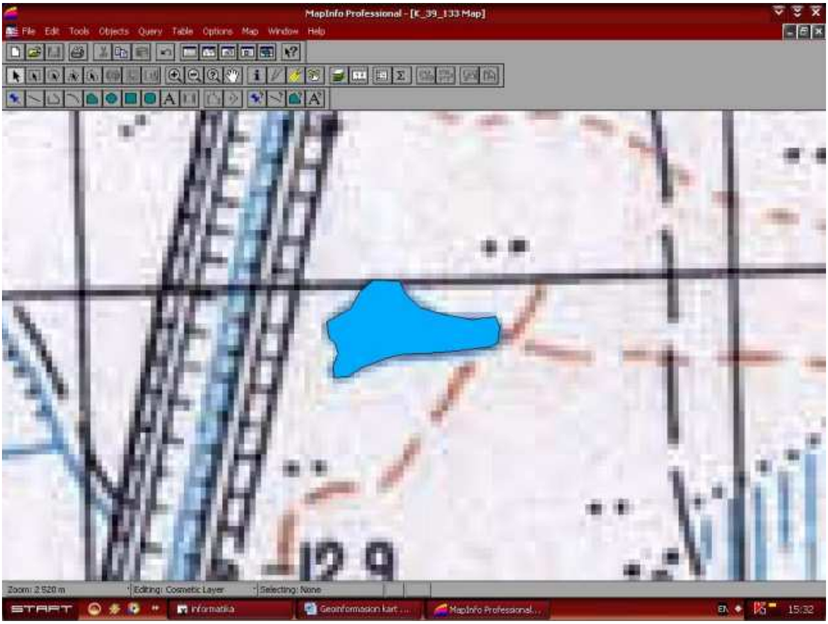
Kartografiki üpjünçiligiň bu serişdesi ýeriň üstindäki ýerleşen nokadyň daş töweregindäki elementler barada(meselem, ilatly ýaşaýaýş ýerleriniň gürlügi, derýa we ýol torlarynyň gürlügi, dürli topardaky obýektleriň mukdary, ösümlükler we meýdanlar baradaky maglumatlar), täzeden-täze maglumatlary almaga mümkinçilik döredýär.

Ähli kartalar (kartografiki modeller) keşpli - bellik suratlary bolup durýarlar. Olar kesgitlenen matematiki kanunly we generalizasiýalaşdyrylan ýer üstüniň üç ölçegli, hakyky şekillendirmesidir. Kartada beýleki kartografiki modeller hem berkidilen bolup, geçirilen hadysalaryň dinamikasyny, dördünji ölçegli - wagtyny alýar. Elektron kartalary hadysalaryň bolup geçýän hakyky ýagdaýyndaky wagtda maglumatlary geçirmek ukybynyň bolýanlygy bilen tapawutlanýar.

Elektron we sanly kartalara bolan esasy talaplar olaryň çözýän meseleleriniň çäginiň esasynda ýüze çykýar. Sistemanyň kartografiki üpjünçiligi, ýurduň bütewi ýa-da onuň aýratyn sebitleriniň çäginde ýeke-täk maglumatnama bazasyny döretmek bilen geçirilýär. Oňa obýektleriň we hadysalaryň şu günki üýtgeýşi baradaky berlenleriň goşulmagy, onuň giňişlik-wagtly modeliniň(köp ölçegli) döremegine esas döredýär.

Sistema edilýän esasy talaplaryň ýene-de biri - bu kartografiki maglumatlar bilen ýurdumyzyň bütewi we bölekleýin sebitleriniň çägini öwrenmek bolup durýar. Şeýle-de kartografiki maglumatlaryň has wajyp obýektler hökmünde häsiýetlendirmegidir. Doly we takyk kartografiki maglumatlar sada we aýdyň şekiller görnüşine geçirilýär. Sistemada bar bolan kartografiki maglumatlar wajyp meseleleriň häsiýetnamasyny kesgitleýär. Häzirki şertlerde

ýeriň üsti dürli görnüşli kartografiki önümleri artykmaç(kartanyň göterýän ýükünden daşary) sekillendirmek arkaly öwrenilýär. Şoňa baglylykda bu kartografiki serişdeler, berlen hadysalary ýeriň üsti barada ýeterlik, umumylaşdyrylan zerur bolan maglumatlary almak we olary analizlemek üçin wagty az talap edýän görnüşlerde bolmagydyr. Ýeriň üsti baradaky maglumatlar, kartografiki usullaryň üsti bilen geçirmek diňe ýurduň çägini, onuň sebitlerini öwrenmek maksady bilen geçirilmän, eýsem olar hasaplamalary ýerine ýetirmek we ýagdaýlary modelirlemek üçin hem ulanylmaga ukyply bolmagydyr.



6.6-njy surat. Topografiki wektor kartasynda sanly kartalary döretmek üçin gatlaklaryň alnyş pursady.

Kartalary döretmekde ulanylýan kartografiki proýeksiýalar, hökmany ýagdaýda, aýratyn kartografirlenilýan sebitlerini we örän uzalýan çäkleriň (territoriýalaryň) bütewiligini (ýolunmasyz) üpjün etmelidir (6.6-njy surat). Şonuň ýaly-da ýer üstüniň bölegini tekizlikde suratlandyrmakda maksimal mümkinçilikli, iň kiçi

ýoýulmaly burçlaryň, çyzyklaryň we meýdanlaryň alynmagyny üpjün etmelidir.

Kartalaryň masştablary ýer üstüni suratlandyrmakda ulanyjylaryň islendik görnüşli meselelerini çözmekde özüniň anyklygyny we takyklygyny üpjün etmelidir. Kartalaryň masştablaryna laýyklykda ýerüstüniň häzirki ýagdaýyny tassyklaýan we doly suratlandyrýan bolmalydyr. Kartalar, ýerüstüniň tapawutlanýan çägini we häsiýetlendirýän aýratynlyklaryny doly açmalydyr. Şonuň ýaly-da maglumatlary guramaçylykly girizmegi we obýektleriň koordinat-laryny kesgitlemegi üpjün etmelidir (6.6-njy surat). Olar aç-açan ýagdaýynda, esasy elementleri we obýektleri tapawutlandyrmalydyr, hem-de ýeriň üstüni we gurluşyny çalt bahalamaga mümkinçilik bermelidir. Dürli ulanyjylaryň alýan köp görnüşli maglumatlaryny sadalaşdyrmak maksady bilen maglumatlary geçirmekde unifikasiýalaşdyrmak zerur. Şonuň bilen birlikde kartalar ulgamy maksimal ýagdaýda mazmunynyň, matematiki esasynyň, şertli belgiler ulgamynyň we sahypalaryň ölçegleriniň ähli taraplaýyn ylalaşylmagy wajyp hasaplanylýar.

Elektron ýa-da sanly kartalary duýgy teoriýasy bilen alanyňda giňişlikde, matematiki kanunly kesgitlenen we generalizasiýalaşdyrylan hakykatynyň keşp-belgili modelidir. Modeliň hili bolup, onda suratlandyrylan hadysalaryň, olaryň bir-biri bilen arabaglanşygyny, wagta we giňişlige baglylykda dinamikasynynyň häsiýetlerini görmäge mümkinçilik berýän serişdeligi hasaplanylýar.

Kartanyň mazmuny hökmany ýagdaýda doly, anyk, döwrebap, takyk we köp sanly ulanyjylaryň isleglerini kanagatlandyrmak maksady bilen, mysallary çözmekligi üpjün etmelidir.

Kartanyň mazmunynyň dolulygy - onda ähli tapawut-lanýan çäkleriniň we häsiýetli elementleriniň, ýer üstüniň obýekt-leriniň suratlandyrylmagyny aňladýar. Dürli masştably sanly karta-laryň mazmunynyň dolulygynyň hakyky bahasyny ýer üstüniň elementleriniň ylalaşylan ýagdaýdaky görkezilmegi, şeýle hem obýektleriň atlarynyň ýazmaklygy alýar. Uly masştably kartalar kiçi masştably kartalar bilen deňeşdireninde, hökmany ýagdaýda, ýer üstiniň ähli elementlerini, obýektlerini we ýazgylaryny özünde jemlemelidir.

Kartada berlen elementleriň hakykylygy(kartadaky şekillendirilen maglumatlaryň dogrulygynyň kesgitlenen wagt birligine deňligi), döwrebaplygy(suratlandyrylan obýektleriň häzirki wagta degişli bolmagy), we ulanylýan kartanyň mazmunynyň şu döwre degişli bolmagyny görkezýar.

Kartalaryň takyklygyna(kartadaky bar bolan obýektleriň ýerdäki şol obýektlere meňzeşlik derejesi) bolan talaplar onda suratlandyrylan obýektleriň, hökmany ýagdaýda özleriniň ýerleşýän takyklygyny saklamagydyr. Şonuň bilen birlikde obýektler kartalaryň masştabyna, maksadyna baglylykda geometriki meňzeşligini we ölçeglerini saklamalydyr.

Kartanyň mazmunynyň amatly geçirilmegi onuň okalmagy we ýer üsti baradaky informasiýalaryň wiziual bahalanmagy onda ulanylýan şekillendiriş ulgamyna, ýagny şertli belgilere baglydyr. Şertli belgilere edilýän esasy talaplar bolup, az mukdardaky şertli belgileriň üsti bilen kartadaky suratlandyrylan obýektler we olaryň toplumy barada maksimal informasiýalar köplüginiň geçirilmegidir. Olardan daşary, sanly kartadaky obýektleriň ýokary takyklyk we aýdyňlylyk bilen şekillendirilmegini, şonuň bilen birlikde ýeňil okalmagyny, awtomatiýasiýalaşdyrylan ýagdaýynda hasaplamalary geçirmegi üpjün etmekligi, kartografiki şekilleri işlemek, kabul etmekligi gazanmaklykdyr. Kartografiki şekiliň aýdyňlygyny ýokarlandyrýan wajyp serişde hökmünde obýektleriň hilli we mukdarly häsiýetleriniň reňkleriň üsti bilen geçirilmegidir.

Kartalaryň reňkli bezelmegi ulanyjylaryň isleglerine we kartadaky reňkleriň goşulmagynyň psihologiki kanunlaryň kabul edilişine, olar bolsa öz gezeginde kartografiki şekillerde gamma reňkleriň emele gelmegine getirýär. Kartada ulanylýan reňkler, onuň mazmunynyň dürli elementleriniň, maksimal derejede hil taýdan bölünmegine ýardam berýär. Kartanyň reňkli bölünmegi geoinformasiýalary statistiki we beýleki berlenleriniň şekillendirilmeginiň ýygyndysydyr.

6.3. Elektron kartalarynyň toparlara bölünişi

1. Awtomatizasiýalaşdyrylan ulgamlaryň ulanyşynyň görnüşleri:

- awtomatizasiýalaşdyrylan dolandyrmak sistemasy (ADS) kartalar görnüşinde ulanmak üçin;

- awtomatizasiýalaşdyrylan nawigasiýa sistemasynda (ANS) kartalaryň ulanylmagy(onuň toparlara bölünmegi ýeriň üstündäki howadaky we kosmosdaky hereket ediş serişdeleri esasynda düzülýän kartalar degişlidir);

- halk hojalyk ähmiýetli awtomatizirlenen ulgamlarda kartalaryň ulanylyşy ýaly görnüşli bolýarlar.

2. Maksatlary boýunça:

- guramaçylykly maglumatlary almak, ýer üsti baradaky informasiýalary suratlandyrmak we modelirlemek üçin hasaplamalary geçirmek;

- toparlaýyn we hususy ulanyjylaryň ýagdaýlaryny we ýer üstüni ýaýlymda suratlandyrmak meselesini çözmek ýaly görnüşlerde bolýarlar.

3. Masştablaryň görnüşleri boýunça:

-*1:10000, 1:25000* masştably şäherleriň elektron sanly planlary;

-*1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000* masştably elektron sanly topografiki kartalary;

-*1:500000, 1:1000000, 1:2000000, 1:4000000* masştably elektron awiasiýa kartalary;

-elektron tematiki kartlary ýaly görnüşlerde bolýarlar.

4. Informasiýalaryň görkeziliş(suratlar) usullary boýunça:

-iki ölçegli(x, y) modeller(planlar);

-üç ölçegli(x, y, H) modeller(topografiki kartalary);

-dört ölçegli(x, y, H, t) ýa-da giňişlik-wagtly modeller görnüşli bolýarlar.

5. Berliş şekilleri boýunça:

-wektorly;

-rastr görnüşli bolýar.

Halk hojalyk ulgamlarynda elektron kartalary, onuň toplumyny bütewilikde, pudaklar boýunça, guramaçylykly dolandyrmagy, ýurduň tebigy we material serişdelerini meýilnamalaşdyrmagy, durmuş hadysalaryny analizlemegi, gazma baýlyklary dolandyrmakda modelirlemegi geçirmegi, adatdan daşary ýagdaýlar ýüze çykanda dogry çözgüntleri kabul etmekligi, ekologiki ýagdaýlaryň monitoringini döretmegi, ýer üstiniň kadastryny döretmegi, geçirmegi ýaly meseleleri çözmegi üpjin edýär.

Awtomatiki sistemany dolandyrmakda elektron kartalary durmuşdaky hakyky hadysalary bahalamaga we çözgütleri kabul etmäge, dürli görnüşli hakyky(anyk), dogry meseleleri goýmaga we bilelikde hereket etmägi gurnamaga kömek etmelidir. Ýokarda sanalanlardan daşary: sebitiň, çägiň we ýer üstüniň geografiki aýratynlyklaryny öwrenmäge, şonuň bilen birlikde ýagdaýy bahalamak üçin hasaplamalary geçirmäge, abadanlaşdyrmaga, islendik täsiri modelirlemäge, ýer üstüniň gurluşyny kesgitlemäge, ýer üstiniň üýtgeýşini çaklamaga, ýer üstüniň obýektleriniň koordinatlaryny kesgitlemäge kömek edýär.

Awtomatiki nawigasiýaly sistemasynda elektron kartalary ýeriň üstünde, howada we kosmosda hereket howsuzlugyny hökmany ýagdaýda doly üpjün etmelidir.

Elektron kartalaryň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanmak mümkinçiligi, umumy ýagdaýda kartalary döredijiler tarapyndan olara edilýän talaplary hasaba almak şertinde, ulanyjylaryň isleglerine baglylykda çözülýär. Şonuň bilen birlikde ulgamda mazmunynyň kesgitlenişi kartografiki berlenleriň bazasynyň düzüm böleklerinde, ýeriň üsti baradaky informasiýalaryny (ýagdaýlaryny) bilelikde ulanmak we meseleleri çözmek üçin hasaplamalary geçirmek ýaly amatlylyklaryň hasaba alynmagy bilen döredilýär.

Sanlaryň berliş şekili boýunça elektron kartalary - wektor we rastr görnüşlidir. Wektor görnüşinde berlen uzynlykly (aralykly) we oriýentirlenen wektorlaryň ýygyndysy görnüşinde, mert birligine getirilen kartografiki informasiýa usuly görnüşine düşünilýär.

Rastr görnüşindäki kartografiki geoinformasiýalaryň matrisa sypatynda bermek usulyna düşünilýär. Onuň elementleri bolup kartanyň reňkleriniň kodlarynyň bahasy durýar.

6.4. Geoinformasion sistemasynyň jogap berýän soraglary

Geoinformasion sistemasynyň jagap berip biljek nusgalyk soraglary şu aşakda-kylardan durýar:

1. *A* nokat nirede ýerleşýär;
2. *A* nokat *B* nokada görä nähili ýerleşen;
3. *D* we *B* nokatlaryň arasyndaky aralygyň çäginde näçe sany A aralyk(ýa-da nokat) ýerleşýär;
4. *X* nokatda *Z* funksiýanyň bahasy hähili bolar;
5. *B* ölçegleri boýunça näçe uly;
6. *A* we *B* çyzyklaryň kesişmeginiň netijeleri nähili bolar;
7. *X-de Y-a* çenli aralyklarda oňyn marşruty nähili bolar;
8. X_1, X_2, X_3,........... X_n, nokatlarda nämeler ýerleşýär;
9. Gözegçilik edilýän obýektden soňra meňzeşligi boýunça haýsy obýekt ýerleşýär;
10. Eger-de bar bolan obýektleriň toparlaryny üýtgetsek, giňişlik ýerleşmegi nähili üýtgär;
11. B nokat(obýekt) üýtgese, *A* nokada(obýekte) näme bolar, şonuň ýaly-da *A* obýekt üýtgese, *B* obýekte nähili täsir eder diýen ýaly soraglara jogap berýär.

6.5 Elektron kartalaryny düzmegiň tapgyrlary

Elektron kartalaryny döretmek şu aşakdaky tapgyrlary öz içine alýar:

1. Berlen kartografiki informasiýalary sanly görnüşine awtomatizirlenen ýagdaýynda geçirmeklik;
2. Sanly kartografiki informasiýalary belgilemek (simwol-laşdyrmak) we elektron kartalaryny düzmegi awtomatizasiýalaş-dyrmak;

3. Elektron kartalary ulanyjylar tarapyndan peýdalanmak üçin berlenleriň bazasyny dolandyrmak maksadyndaky işleýiş ulgamyny taýýarlamakdan ybaratdyr.

Birinji tapgyrda bar bolan kartografiki materiallaryň (aerokosmos suratlary, dürli görnüşli nusgalaryň, kartalaryň reňkli möhürli neşirleriniň), kartalaryň wektorly sanly modelini-elektron esasyny almaklyk meselesi çözülýär.

Bu mesele şu aşakdaky tertiplerde çözülýär:

1. Planşetde (sifrobatelde) obýektleriň sudurlaryny yzarlamak ýoly bilen berlen kartografiki materiallary sanlaşdyrmak, semantikany taýýarlamak we girizmek, sanly informasiýany düzümleşdirmek(strukturalaşdyrmak);

2. Berlen kartografiki materiallary skanirlemek ýoly bilen göçürmeklik we soňraky yzygiderli awtomatizasiýalaşdyrmak, şonuň ýaly-da displeýiň ýaýlymynda rastr şekilini wektorlaşdyrmak, obýektleri tanamaklyk hadysasyny, gerek bolan simantikany girizmeklik, sanly informasiýany düzümleşdirmeklik ýaly işleri öz içine alýar.

Şu ýagdaýda rastr şekilini tanamaklygy we wektorlaşdyrmagy awtomatizasiýalaşdyrmak maksady bilen düzetmegiň kartografiki eksport ulgamynyň enjamlarynyň, tanamaly elementleriň, obýektleriň hem-de kartalaryň maksatnamaly üpjünçiligini öwretmeklik maksada laýykdyr. Awtomatizasiýalaşdyrmagyň häzirki wagtda ulanylýan wektor sanly informasiýalary almagyň skanerli tehnologiýasy ýer üstüniň relýefi boýunça tanamagyň *90 %-ni,* kartalaryň neşirli nusgalaryny ulanmakda gidrografiýanyň we ösümlük örtüginiň elementlerini tanamagy *50-60 %-n*i üpjün edýär. Bir nomenklaturaly sahypasynyň döredilmegi üçin takmynan, *70-100 sagat* wagt birligi gerek bolýar.

Ikinji tapgyrda şu aşakdaky meseleler çözülýär:

-wektor modelini simwollaşdyrmak;

-ýüküniň derejesi bolýunça elektron kartany düzmeklik;

-simwollaşdyrylan elektron kartalaryny barlamak we redaktirlemek;

-elektron kartalarynyň arhiwdäki grafiki simwollaşdyrylan göçürmesini almaklykdan durýar.

Simwollaşdyrmak hadysasynyň düýp mazmuny şertli belgileriň bibliotekasyndan toparly kodlar arkaly her bir obýekte, olaryň häsiýetleri we alýan bahalary boýunça öz koduny(N) bermeklikdir. Bu hadysa awtomatiki usulynda, elektron kartalaryň masştabyna we görnüşine baglylykda ýerine ýetirilýär. Şonuň bilen birlikde, şertli belgileriň, harplaryň unifisirlenen bibliotekasy döredilýär. Her bir şertli belgi, özüniň sanly *ýazylmasyny-wektor* we rastr görnüşinde alýar. Ondan daşary, soňraky wiziualizasiýalaşdyrmak maksady bilen, kartografiki şekilleriň massiwlerini yzygiderlikde çykarmaga taýýarlanylýar.

Elektron kartalaryň bar bolan esasy häsiýetnamasy bolup, onuň elementlerden ybarat bolan ýüküniň derejesidir. Berlen şekiller meselem, *1:50000* masştably elektron kartalarynda esas hökmünde alynýar. Her bir obýekte özleriniň gymmatlylygy boýunça ýüküniň derejesi (1,2,3,4) berilýär. Şular ýaly çemeleşmeklik, displeýiň ýaýlymynda kartany bütewi nomenklaturaly sahypada, islendik çäkli ulylykda okamaga mümkinçilik döredýär.

6.6. Islendik ýükli elektron kartalary düzmeklik

Elektron kartalaryny, ýüküniň derejesi boýunça düzmeklik displeýiň ýaýlymynda açylan penjire arkaly interaktiw ýagdaýynda amala aşyrylýar. Işlemegi iň kiçi penjireden başlap, onda bar bolan ähli obýektler okalýar, penjiräniň ölçegleriniň soňraky ulaldylmagy kwadroderew(şahalanýan agaç) usuly bilen geçirilýär. Şu ýagdaýda bir nomenklaturaly sahypanyň, açylan penjireleriň çäginde obýektleriň ýüküni we maglumatnamasynyň ylalaşylmagyny üpjün etmeklik zerurdyr. Şonuň bilen birlikde goňşy nomenklaruraly sahypanyň ýüküniň derejesini hasaba almaklyk wajyp bahany alýar. Şu meseläni çözmek maksady bilen, birnäçe hatar sebäpleri hasaba alýan, ýüküniň derejesi boýunça obýektleri saýlamagy amatlaşdyrýan, enjamly ekspertli ulgamyny ulanmak maksada laýykdyr. Şonuň bilen birlikde giňişliklogiki arabaglanyşygyny saklaýan enjamlary peýdalanmak zerur.

Ýüküniň derejesi boýunça elektron kartalaryny döretmek hadysasynda obýektleriň ýazgylaryny ýerleşdirmek maksady bilen,

informasiýalary maksatnamalaşdyrmak we wizual barlamak hem-de redaktirlamak işleri alnyp barylýar. Elektron kartalaryny döretmek ilkinjiden başlap(iň wajyp obýektlerden), her bir ýükli derejäniň grafikli göçürmesini simwollaşdyrmaklyk bilen tamamlanýar. Elektron kartalaryň döremegi berlenleriň uniwersal düzüminde ýerine ýetirilýär. Ol bolsa, wektorly informasiýany yzygiderlikde, sepli - düwünli, rastr görnüşlerinde ýazmaklyga, maglumatnamaly informasiýalary, şonuň ýaly-da ulanyjylaryň berlen segmentlerini döretmeklige ýardam berýär. Awtomatizasiýa-laşdyrylan tehnologiýaly işçi ýerleriniň toplumyna, şeýle hem lokal hasaplaýyş seplerine birleşdirilmegi esasynda ýerine ýetirilýär.

Elektron kartalarynyň ulgamyny döretmegiň informa-siýaly üpjünçiligi aşakdakylary öz içine alýar:

- kartografiki informasiýalary toparly ulgamlaşdyrmak we kodirlemeklik;
- kartografiki informasiýalary sanly ýazmaklygyň düzgüni;
- elektron kartanyň şertli belgileriniň ulgamy(bibliotekasy);
- elektron kartalarynyň berlenleriniň ölçegleri.

Elektron kartalaryny döretmekligiň esasy usullary:

- keşpleri tanamagyň awtomatizasiýalaşdyrylan usullary (skanirlemeklik bilen alnan rastr şekilleri);
- grafalar teoriýasyny, logiki-täsirli çemeleşmesini we ekspertli ulgamly enjamlarnyy ulanmaklyk bilen kartografiki generalizasiýany amala aşyrmaklyk usuly;
- miltimediýa maksatnamaly üpjünçilik usuly;
- ekspertli ulgam usuly;
- giňişlik-logiki arabaglanyşygy goýýan usullardan ybarat.

Elektron kartalarynyň esaslarynyň ählisiniň hili we artyk-maçlygy olary ulananda ýüze çykýar. Şonuň üçin elektron kartalary bilen birlikde olary dolandyrmagyň bazaly berlenlerini ulanyjylara, öz elektron kartalaryny bermelidir, ol bolsa öz gezeginde aşakdaky meseleri çözmäge esas döredýär:

1) elektron kartalaryň berlen bazasyny döretmeklik we alyp barmaklyk;

2) kartografiki şekiller bilen işlemek. Ol bolsa öz gezeginde:

- suratlandyrmagy, masştablaşdyrmagy, kartografiki şekili erkin ugurda süýşürmegi(hereketlendirmegi) kanagatlandyrýar;

- dinamiki penjiräni we wizual şekiliň ýüküniň derejesini dolandyrmaga;

- ýer üstüniň obýektleri barada maglumatnamalary almaga;

- şekilleri redaktirlemäge;

- klassifikatory we şertli belgileriň bibliotekasyny alyp barmaga;

- şertli belgileriň bibliotekasy barada ulanyjylaryň klassifikatoruny alyp barmaklyk (meselem, ýörite şertli belgileriň bibliotekasy);

-kartografiki şekili onuň ýörite ýüki bilen bilelikde grafo-gurujylaryna we beýleki gurluşlaryna çykarmaklykdan durýar.

3) Berlenleriň standart bazasy bilen arabaglanyşyk saklamaklyk;

4) amaly informasiýany we meseläni hasaplamak boýunça ulanyjylaryň interfeýsiniň bolmagy(relýefiň beýikliginiň matrisasyny, ýer üstüniň profilini gurmaklyk, görünmek zonasy, nokadyň koordinatlaryny we beýikligini, aralygy, berlen çyzyklaryň azimutlaryny hasaplamak) zerur şertdir.

VII. GPS SISTEMASYNYŇ ANALITIKI TORLARY DÖRETMEKDE ULANYLMAGY

7.1. Hemra nawigasion sistemalary barada 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 7.1-nji tablisadan görmek bolar.

7.1-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 (podsistemalaryny) apparatlaryny alýar.

Kosmos apparatlarynyň kiçi sistemamalary (podsistema) Ýeriň daşyndan tegelege has ýakyn kesgitlenen orbita boýunça aýlanýan ýeriň 24 emeli hemrasyndan durýar. Ýeriň bu emeli hemralary Ýeriň üstünden takmynan **20000 km** beýiklikden uçýarlar. GPS ýeriň emeli hemralarynyň aýlanmak periody ýyldyz gününiň ýarysyna (11 sagat 58 minuda) deňdir. Gözýetimden 15° ýapgytlykda

Ýeriň üstündäki islendik nokatdan şol bir wagtyň özünde **4-den 8-e** çenli ýeriň emeli hemralary görünýärler.

Ýeriň her bir emeli hemrasy wagty ölçemek üçin ýygylygyň wodorodly standarty bilen üpjün edilendir. Ol bolsa öz gezeginde $f_0 = 10.23\ MGs$ günüň dowamynda $10^{-14} – 10^{-15}$ durnukly bolmadyk daýanç ýygylygy generirleýär.

Ýeriň emeli hemralary $L_1=154\cdot f_0 =1575.42\ MGs$ (tolkun uzynlygy 19 sm) we $L_2=120\cdot f_0 =1227.60\ MGs$ (tolkun uzynlygy 24 sm) ýygylykly radiosignallary şöhlelendirýär. L_1 ýygylykdaky signal erkin elýeterli **C/A** (*clear acquisition* diýen iňlis sözleri) uzagölçeýjiniň kodlar, **P** (*precise* diýen iňlis sözi) takyk kodlar we nawigasion gatnaşyklar bilen modulirlenendir. L_2 ýygylygy diňe **P** kodlar bilen modulirlenýär. Kodlar üznüksiz şöhlelenýän, kesgitlenen sinhronly psewdo-tötänleýin nol we birligiň yzygiderli bahalary boýunça emele getirilýär.

Nawigasion maglumatlar (habar bermegi) faýl görnüşli bolup, ol özüne aşakdaky berlenleri alýar, ýagny: hemranyň sagatlarynyň ýalňyşlygyny hasaplar ýaly polinomyň koeffisiýenti, hemranyň giňişlik ýagdaýyny hasaplamak üçin orbitanyň elementleri, ionosfera düzedişini hasaplamak üçin parametrler, ähli hemralaryň orbitalaryny hasaplamak üçin ýakynlaşan elementler we ş.m.

Kiçi sistemaly barlamak we dolandyrmak esasy barlag, yzarlaýjy we dolandyryjy stansiýalardan ybarat. Kiçi sistema Ýeriň emeli hemralaryny dolandyrmak, informasion upjünçülik we olaryň dogry funksionirlenişini barlamaga niýetlenilendir.

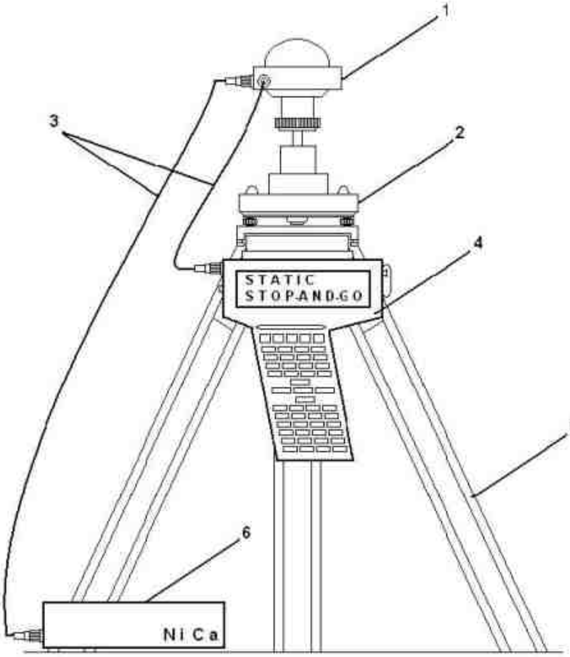
Yzarlaýjy stansiýalar hemralaryň hereketine gözegçilik etmek bilen, traýektoriýaly ölçegleri geçirýär, netijelerini bolsa esasy barlag stansiýasyna habar berýär.

Esasy barlag stansiýasynda yzarlaýjy stansiýalardan alnan maglumatlar boýunça hemralaryň orbitasynyň çaklanylýan parametrlerini we nawigasion habarlara degişli bolan beýleki berlenleri hasaplaýar.

Dolandyryjy stansiýa hemralar üçin taýýarlanylan informasiýalary degişlilikde her bir hemra ugradýar (zagružaýet).

Ulanyjylaryň kiçi sistemaly apparaturalary - Ýeriň bu emeli hemralaryndan informasiýalary kabul edýän, parametrlerini

ölçeýän, ulanyjylaryň apparatlarynyň ýagdaýy (duran ýeri) bilen hemralaryň ýerleşişini baglanyşdyrýan, olaryň hasaplanmagyny üpjün edýän köp sanly serişdedir. Hasaplamagyň netijesinde ulanyjylaryň apparaturasynyň koordinatlary alynýar. Eger-de gerek bolsa hereketiň wektorly tizligi hem kesgitlenilýär.



7.1-nji surat. Geodeziki hemra priýomnigi:
1 - kabul ediji gurluş; *2* - goýguç (подставка); *3* - birleşdiriji kabeller; *4* - dolandyryş blogy; *5* - ştatiw; *6* – akkumulýator.

Geodeziki hemranyň düzümine girýän priýomnikler (1-nji surat) *4-den 8 kilograma* çenli agramy (massany) alýar. Temperaturanyň işçi diapozony **-20°**-den **+60°-a** çenli aralykda alýar. Akkumulýatoryň işiniň dowamlylygy *6-8 sagat* aralygynda bolýar. Geodeziýada ölçegler iki we ondan köp bolan geodeziki hemra priýomnikleriň komplekti bilen ýerine ýetirýärler. Bu ýagdaýda priýomnikleriň koordinatlarynyň tapawudy ýokary takyklyk bilen kesgitlenilýär. Bu bolsa hemralaryň ýagdaýynyň bir-birine otnositellikde kesgitlenilmegini aňladýar.

7.2. Kodly we fazaly ölçegler

Kodly ölçegler. Hemra (sputnik) signallaryň priýomniklerinde hem edil hemralardaky ýaly ýygylygyň we wagtyň datçikleri bardyr. Priýomniklerde L_1 we L_2 ýygylyklarda (bir ýygylykly hemralarda – diňe L_1) işlenilýär. L_1 ýygylygy **C/A** we **P** kodlaryň göçürmeleri modulirlenilýär, emma L_2 ýygylyk diňe **P** kodlary üçin işlenilýär.

Hemralardan gelen signallar bilen priýomniklerde ýüze çykan (dörän) öz we analogly kodlaryň arasyndaky wagt interwaly ölçenilýär.

Eger-de priýomnigiň sagady hemranyň sagady bilen dogry sinhrozirlenen bolsa, onda hemrada we priýomnikde kodlar bir wagtyň özünde emele gelýär. Bu ýagdaýda, hemralardan goýberlen we priýomnikde ýüze çykan (dörän) signallaryň öz kodlary bilen hemralardan gelen signallaryň kodlarynyň arasyndaky ölçenen wagt interwaly hemradan goýberlen signallaryň priýomnige çenli geçen wagtyna deň bolar. Bu bolsa hemradan priýomnige çenli aralygy kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Emma hemranyň sagady bilen priýomnigiň sagady käbir ululykda tapawutlanýar ($\Delta\delta$). Bu bolsa aşakdaky ýaly berilýär:

$$\Delta\delta = \delta^s - \delta_p$$

Bu ýerde δ^s - hemranyň sagadynyň ýalyşlygy; δ_p - priyomnigiň sagadynyň ýalňyşlygy. Şonuň üçin hem ölçenen aralyklar bolmalysyndan tapawutlanýar we psewdoaralyk diýen ady alýar.

Goý, ionosferada we troposferada signallaryň saklanmagy degişli düzedişleri girizmek bilen göz özünde tutulan diýeliň. Onda ölçenen **p** punktdan **s** hemra çenli **t** döwürdäki (wagt momentindäki) psewdoaralyk $R_p^s(t)$ aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$R_p^s(t) = \sqrt{(X^s(t) - X_p)^2 + (Y^s(t) - Y_p)^2 + (Z^s(t) - Z_p)^2} - c(\delta^s(t) - \delta_p(t))$$

Bu ýerde $X^s(t)$, $Y^s(t)$, $Z^s(t)$ - **t** döwürde (epohada) hemranyň koordinatlary; X_p, Y_p, Z_p – priýomnigiň kesgitlenilýän koordinatlary; **c** – ýagtylygyň tizligi.

Hemranyň sagady dogrusyndaky informasiýa nawigasion maglumatlarda berilýär. Bu bolsa **t** wagt birliginde (epohada) hemranyň sagadynyň ýalňyşlygyny hasaplamaga we we ony göz öňünde tutmaga mümkinçilik berýär.

Şonuň bilen birlikde $R_p^s(t)$ psewdoaralyk üçin aşakdaky deňlemäni alarys:

$$R_p^s(t) = \sqrt{(X^s(t) - X_p)^2 + (Y^s(t) - Y_p)^2 + (Z^s(t) - Z_p)^2} + c\delta_p(t)$$

Bu ýerde näbelli elementler bolup X_p, Y_p, Z_p, $\delta_p(t)$ durýar. Där nebellini kesgitlemek üçin iň azyndan dört deňlemäni almak zerurdyr. Bu bolsa bir wagt birliginde (epohada) iň azyndan dört sany ýeriň emeli hemrasyndan psewdoaralygy ölçemelidigini aňladýar.

Koordinatlar takykyklygy 3 metre çenli bolan kodly ölçegleriň netijesinde kesgitlenilýär.

Takyklygy ýokarlandyrmak maksady bilen differensial usuldan peýdalanmak bolar. Koordinatlary belli barlag punktynda hemra signallarynyň priýomnigini ornaşdyrýarys. Onuň koordinatlaryny hemralar boýunça kesgitleýäris. Şonuň ýaly-da hemralara çenli aralyklary hem anyklaýarys. Bu bahalary punktlaryň belli koordinatlary boýunça hasaplanan aralyk bilen deňeşdirýäris, düzedişi kesgitleýäris we radio boýunça ulanyjylara habar berýäris. Ulanyjylar tarapyndan ölçeýän psewdoaralyga hasaplanan düzedişleri girizýäris. Bu ýagdaýda, barlag punktyna otnositellikde kesgitlemegiň takyklygy **1 metrden** geçmeýär.

Kodly ölçegler nawigasion meseleleri çözmekde giňden ulanylýar. Kodly ölçegler geodeziki ölçeglerde komekçi häsiýetdäki roly oýnaýar. Ýagny olar geodeziki torlaryň koordinatlaryny takmynan kesgitlemek üçin gulluk edýär.

Fazaly ölçegler. Takyk geodeziki ölçegler L_1 we L_2 işleýän (несущих) ýygylyklarda (bir ýygylykly priýomniklerde – diňe L_1

ýygylykda) geçirilýär. Bu ýagdaýda hemradan kabul edilen yrgyldy bilen priýomnikde işlenen şol tolkunyň yrgyldysynyň fazasynyň tapawudy ölçenilýär.

Belgiläliň: $\varphi^s(t)$ - **s** hemradan **t** döwürde (epohadan) gelip ýeten priýomnikleriň ýygylyklarynyň f ($f = L_1$ ýa-da $f = L_2$) fazalary; $\varphi_p(t)$ – şol döwürde (epohada) priýomnigiň öz ýygylygynyň fazasy.

Görkezilen fazalar üçin aşakdaky deňlemeler amatlydyr:

$$\varphi^s(t) = ft - f\frac{\rho}{c} - f\delta^s,$$

$$\varphi_p(t) = ft - f\delta_p.$$

Bu ýerde ρ - hemradan priýomnige çenli aralyk; c - ýagtylygyň tizligi;

ρ/c - signalyň hemradan priýomnige çenli gelmegi üçin ýitirlen wagt;

δ^s – hemranyň sagadynyň ýalňyşlygy; δ_p –priýomnigiň sagadynyň ýalňyşlygy.

Birinji fazaly deňlemeden ikinjini aýyrmak bilen ölçenilýän $\Phi^s_p(t)$ fazalar deňlemesiniň tapawudyny alarys. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$\Phi^s_p(t) = \varphi^s(t) - \varphi_p(t) = f\frac{\rho}{c} - f\delta^s + f\delta_p.$$

Onyň aşakdaky ýaly ýazýarys:

$$\Phi^s_p(t) = f\frac{\rho}{c} - f\left(\delta^s - \delta_p\right). \quad (5.1)$$

Deňlemäniň tolkun uzynlygyna λ köpeltmek bilen aşakdakyny alarys:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}.$$

Bu ýerde T – yrgyldynyň periody. Onda ornyna goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$\rho = \lambda \Phi_p^s(t) + c(\delta^s - \delta_p). \qquad (5.2)$$

Fazalaryň tapawudyny $\Phi_p^s(t)$ iki bölegiň jemi görnüşinde aňlatmak bilen aşakdakyny alarys:

$$\Phi_p^s(t) = N + \Phi, \qquad (5.3)$$

Bu ýerde N - periodyň bütewi sany, Φ – drob.
5.3 aňlatmany 5.2 goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$\rho = (N + \Phi)\lambda + c(\delta^s - \delta_p). \qquad (5.4)$$

Hemra bilen priýomnigiň arasyndaky aralyk üznüksiz üýtgeýär, şoňa baglylykda hem faza *N+Φ* boýunça süýşmegi bolup geçýär.

Hemraly signallaryň priýomniginde yzygider üýtgeýän fazalaryň tapawudyny Φ we onuň noluň (aralykda bütewi tolkunlaryň sanynyň üýtgeýşini) üstünden geçişini ölçemek göz öňünde tutulandyr. Bu sana ölçenilýän Φ ululygyň üstüne goşulýar. Onuň netijesinde bolsa fazalar boýunça jemli süýşme nädogry drob görnüşinde bolýar. Emma **N** näbelli san bolsa **p** punktdan **s** hemra çenli ähli aralyklarda hemişelik bolup galýar. Bütewi N sany kesgitlemek onuň birbahaly däldiginden **rugsat berijilik (**разрешением**)** diýilýär.

Ýokardaky bellenenleri göz öňünde tutmak bilen s hemradan p punktda t döwürde (epohada) kabul edilen signallaryň fazasynyň ölçenen süýşmeginiň (сдвиг) deňlemesini aşakdaky ýaly ýazalyň:

$$\Phi_p^s(t) = \frac{1}{\lambda}\rho_p^s(t) - N_p^s - f^s\left[\delta^s(t) - \delta_p(t)\right], \quad (10.5)$$

Bu ýerde

$$\rho_p^s(t) = \sqrt{(X^s(t) - X_p)^2 + (Y^s(t) - Y_p)^2 + (Z^s(t) - Z_p)^2};$$

$f^s = c/\lambda$ – şöhlelenmegiň ýygylygy.

Hemralar n_s üçin, n_t wagt birligi, p bir nokatda ölçegleriň sany, onda deňlemeleriň (5.5) sany $n_s \cdot n_t$ bolar. Şular ýaly deňlemeler sistemasynda näbelli hökmünde priýomnigiň üç koordinatlary (X_p, Y_p, Z_p), şonuň ýaly-da bir meňzeş bolmadyk sanlar n_s we priýomnigiň sagadynyň n_t süýşmegi durýar.

Fazalaryň tapawudyny ýokary takyklyk bilen, ýagny millimetriň boleklerinde ölçeýärler. Emma fazaly ölçegleriň netijeleri boýunça deňlemeler sistemasyny çözmek priýomnigiň koordinatlaryny görkezilen takyklyk bilen hasaplamaga mümkinçilik bermeýär. Bu bolsa orbitalaryň ýalňyşlygy, ionosferanyň täsiri we beýleki sebäpler boýunça ýüze çykýar.

Fazaly ölçegleriň takyklygyny prunktlaryň ýagdaýyny otnositellikde kesgitlemek usulyna daýanmak bilen geçirýärler. Ýeriň üstündäki iki punktdan şol bir wagtda gözegçilik etmegiň netijeleri bir – birinden tapawutlanýar, emma ýalňyşlyklary boýunça has ýakyn umumy bahalary alýar. Şonuň üçin hem ölçegleriň netijeleriniň tapawudy olardan prektiki erkin we iki punktyň *X, Y, Z* koordinatlarynyň tapawudyny, ýagny olary birleşdirýän üç ölçegli wektory ΔX, ΔY, ΔZ kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Şuňa baglylykda bir punktyň *X, Y, Z* koordinatlaryny bilmek bilen, biz beýleki punkta çenli ΔX, ΔY, ΔZ koordinatlar tapawudyny kesgitläp onuň (ikinji punktyň) koordinatlaryny hasaplap bileris.

Fazaly ölçegler geodeziki işlerde esasy hasaplanylýar. Ol geodeziki torlaryň punktlaryny ýokary takyklyk bilen gurmaga mümkinçilik berýär.

7.3. Hemraly geodeziki ölçegleriň ýagdaýy we usullary

Hemraly geodeziki apparatura dürli ýagdaýda işlemäge mümkinçilik berýär.

"Statika" ýagdaýynda ölçegler iki ýa-da birnäçe punktda gözganmaýan priýomnikler bilen bir wagtyň özünde geçirilýär. Priýomnikleriň haýsy hem bolsa birini baza hökmünde ulanýarys. Galan priýomnikleriň ýagdaýy bazala görä otnositellikde kesgitlenilýär. "Statika" ýagdaýyndaky ölçegler düzgün boýunça punktlaryň arasyndaky aralyk uly (15 kilometrden köp) bolanda ýerine ýetirilýär. Gözegçiligiň wagty prunktlaryň arasyndaky aralyga, hemralaryň sanyna, ionosferanyň we troposferanyň ýagdaýyna, gerek bolan takyklyga bagly bolup, ol adatça **1 sagatdan** köp bolmaýar.

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

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

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

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

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

“Dur-ýöre” ýagdaýy – bu kinetiki režimiň görnüşüniň biri hasaplanylýar. Bu usulda hereket edýän stansiýa nokatdan nokada aralykda durup, takyklygy ýokarlandyrmak maksady bilen **5-50 sekunduň** dowamynda wagt birliginde (epohasynda) ölçegleri geçirýär.

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

$$m = a + bD,$$

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

Parametrler *a* we *b* bahalary 7.2-nji tablisada getirilendir.

7.2-nji tablisa

Ornuňy kesgitlemegiň takyklygyny häsiýetlendirýän parametrler

Ölçemegiň ýagdaýy	Apparatura			
	Iki ýygylykly		Bir ýygylykly	
	a, mm	***b***, mm/km	***a***, mm	***b***, mm/km
Statika	5	1	10	2
Çalt statika	5…10	1	10	2
Reokkupasiýa	10…20	1	10…20	2
Kinematika	10…20	1	20…30	2
Dur-ýöre	5…10	1	10…20	2

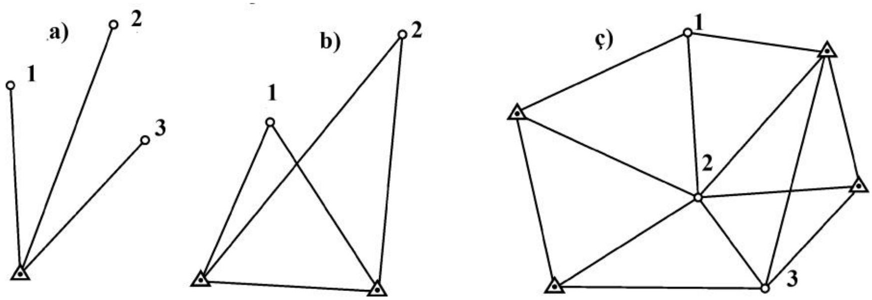
Hemraly ölçegler bilen geodeziki torlary gurmagyň shemasy 5.2-nji suratda görkezilendir. Shema her bir çyzygyň ahyrynda hemraly priýomnikleriň goýlandygyny görkezýär. Onuň kömegi bilen berlen çyzyklar boýunça gönüburçly koordinatlar artmalaryny (ΔX, ΔY, ΔZ) kesgitlemek üçin sinhron ölçegleri geçirýärler.

Geodeziki torlar şöhleli we torly usullaryny ulanmak bilen gurlup bilner.

Şöhleli usulda koordinatlar kesgitlenilýän punkty (5.2-nji a surat), ony daýanç punkty bilen birleşdirýän wektory ölçemek bilen kesgitlenilýär. Barlamak üçin koordinatlary iki gezek kesgitleýärler. Ol bolsa baglanyşdyryjy punkty birleşdirýän iki daýanç punktlardan ölçeg geçirmegiň netijesinde tapylýandygyny aňladýar (5.2-nji b surat).

Torly usulda (5.2-nji ç surat) kesgitlenilýän punkt diňe bir daýanç punktlary bilen birleşdirilmän, eýsem bir-birleri bilen hem birleşdirilýä.

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



7.2-nji surat. Hemraly geodeziki torlary gurmagyň shemasy:
a, b – şöhleli usul; *ç* – torly usul.
Belgiler: ▲ – daýanç punkty; ○ – kesgitlenilýän punkt.

Hemraly koordinatlary kesgitlemek tehnologiýasy adaty ýeriň üstünde geçirilýän usulyndan düýpgöter tapawutlanýar. Olara ýokary

takyklyk mahsusdyr. Şonuň ýaly-da howa ýagdaýlaryna we günüň dowamlylygyna bagly däl bolmagy, guramaçylykly geçirlmegi, bir-biriniň arasynda özara görünmek ýagdaýynda hem punktlaryň koordinatlarynyň kesgitlenmek mümkinçiliginiň bolmagyny bellemek bolar. Emma muňa seretmezden ýapyk we ýarym ýapyk ýerlerde (tokaýlarda, şäherleriň kwartallarynda, daglarda we ş.m.) olary ulanmak kyndyr. Bu ýagdaýda hemraly usuly adaty bilen çalyşýarlar. Bu ýagdaýda aşakdaky wariantlar mümkindir:

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

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

- torlaryň basgançak görnüşinde döredilmegi, ýagny hemraly we adaty ölçegler bir - biri bilen çalşylyp geçirilýär;

Punktlaryň koordinatlaryny hemraly usul bilen kesgitlemek üçin aşakdaky işler geçirilýär:

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

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

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

7.4. Hemraly ölçegleriň ýalňyşlygy

Atmosferanyň täsiri. Hemraly ölçegleriň ýalňyşlyklarynyň esasylaryna hemradan priýomnige çenli radiosignalyň gelip ýeten anyk bolmadyk nätakyk tizligi degişlidir. Bu tizlige has köp derejede atmosferanyň ýokarky gatlagyndaky ionosferanyň ýagdaýy täsir edýär. Bu ýerde gaz köp sanly erkin elektronlary we položitel ionlary saklaýar. Ionlaşmak aýratyn hem Günüň energiýasynyň hasabyna

geçýär. Inosfera Ýeriň daşyny ionizirlenen gatlaklar görnüşinde örtýär. Bu bolsa *60 - 90 km-den 500 – 1000 km-e* çenli beýikliklerde bolýar.

Ionozirlenen sredada **GPS** we **ГЛОНАСС** sistemalarynda ulanylýan radiodiapozonlarda tolkunlaryň döwülmegiň görkezijisi, olaryň ýygylygyna baglydyr. Bu ýagdaýda bir ýygylygyň yrgyldysynyň ýaýraýyş tizligi (fazaly tizligi) netijeli energiýanyň yrgyldysy, birnäçe ýakyn yrgyldylardan (toparlaýyn tizlikden) belli derejede tapawutlanýar. Şonuň üçin hem fazaly we kodly ölçegleriň netijeleri dürli dürli üýtgeýär.

Ionosfera bilen baglanyşykly psewdoaralygyň ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$\delta_{ion(ф)} = -\mathrm{cosec}\nu \frac{40,3}{f^2} N_\Sigma; \;\; \delta_{ion(к)} = \mathrm{cosec}\nu \frac{40,3}{f^2} N_\Sigma,$$

Bu ýerde $\delta_{ion(ф)}$ - fazaly ölçegleriň netijesiniň ýalňyşlygy;

$\delta_{ion(к)}$ - kodly ölçegleriň netijeleriniň ýalňyşlygy;

N_Σ - ionosferanyň 1 m^2 kesimindäki wertikal sütüninde elektronlaryň sany;

ν - signalyň traýektoriýasynyň ýapgytlyk burçy.

Fazaly we kodly hemra ölçeglerinde ionosferanyň refraksiýasy bilen baglanyşykly ýaňyşlyklar ululyklary boýunça bir-birine deň, emma alamatlary bir-birine garşylyklydyr. Ölçenen kodly psewdoaralyk has uzynrak, emma onuň tersine fazaly - geometriki uzaklykdan gysgadyr.

Ölçenen psewdoaralykda ionosferaly ýalňyşlygyň ululygy köp sebäplere (günüň aktiwligine, günüň dowamlylygyna, ýerleşen ýerine, signalyň trassasynyň ugruna) baglydyr we 0.15 metrden 50 metre çenli bahany alyp bilýär.

Kodly ölçegleriň ionosferaly ýalňyşlygyny iki ýygylykda ölçegi geçirmek bilen netijeleri kombinirleýär. Emma bir ýygylykly priýomniklerde bolsa düzdişleri girizýärler.

Ionosferadaky fazaly ölceglerň ýalňyşlygyny kesgitlemegiň otnositellik usuluny ulanmak bilen gowşatmak mümkin. Şol bir

hemradan gelýän signallary, ýeriň üstündäki bir wagtyň özünde iki punktda fazaly ölçegleri geçirmekde ionosferanyň täsiri netijesinde, adatça birmeňzeş ýalňyşlygy özünde saklaýar. Şonuň üçin hem, şular ýaly ölçegleriň tapawudy ýalňyşlyklardan praktiki erkindir.

Radiosignallaryň ýaýramagyna şonuň ýaly-da troposferaly refraksiýa hem öz täsirini ýetirýär. Bu bolsa radiosignallaryň atmosferanyň neýtral gatlaklarynda - stratosferada we troposferada saklanmagy bilen baglanyşyklydyr. Bu ýerde radiotolkunlaryň döwülmegiň görkezijisi, **15 GGs** çenli radiosignalyň ýygylygyna çanli bagly däldir. Şonuň üçin L_1 we L_2 iki göretiji ýygylyklar we kodly signallar üçin birmeňzeşdir. Kodly we fazaly ölçeglerde traopsferaly refraksiýa bilen ýüze çykan ýalňyşlyklar aşakdaky formula bilen häsiýetlendirilýär:

$$\delta_{trop} = 10^{-6} \int_{H_P}^{H_T} \frac{N_{\text{т}}(h)}{\sqrt{1 - \cos^2 \nu_0 (\frac{R_{з}}{R_{з} + h})^2}} dh,$$

Bu ýerde H_P – priýomnigiň beýikligi;

H_T – neýtral atmosferanyň beýikligi;

$N_{\text{т}}(h)$ – döwülmegiň getirilen görkezijisiniň $N_{\text{т}}$ beýiklik profili (refrakisýanyň indeksi).

Troposferaly ýalňyşlygy hasaplamak üçin döwülmegiň görkezijisiniň beýiklik profiliniň dürli approksimasiýalary ulanylýar. Olaryň hataryna hususan-da eksponensional modeli goşmak bolar. Bu model aşakdaky ýaly berilýär:

$$N_{\text{т}}(h) = \begin{cases} N_P \exp(-\beta h); & h \leq H_t - H_P \\ N_t \exp\left[-\beta_1 (h + H_P - H_t)\right]; & h \geq H_t - H_P, \end{cases}$$

Bu ýerde N_P – H_P priýomnigiň beýikliginde indeksli döwülmegiň bahasy;

N_t – beýiklikde döwülme indeksiniň bahasy;

H_t – troposferanyň we stratosferanyň beýikliginde.

Bu ýagdaýda H_t = 9000 m; N_t = 105; $\beta = \dfrac{\ln(N_P/N_t)}{H_t - H_P}$;

$$\beta_1 = 0,1424 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}.$$

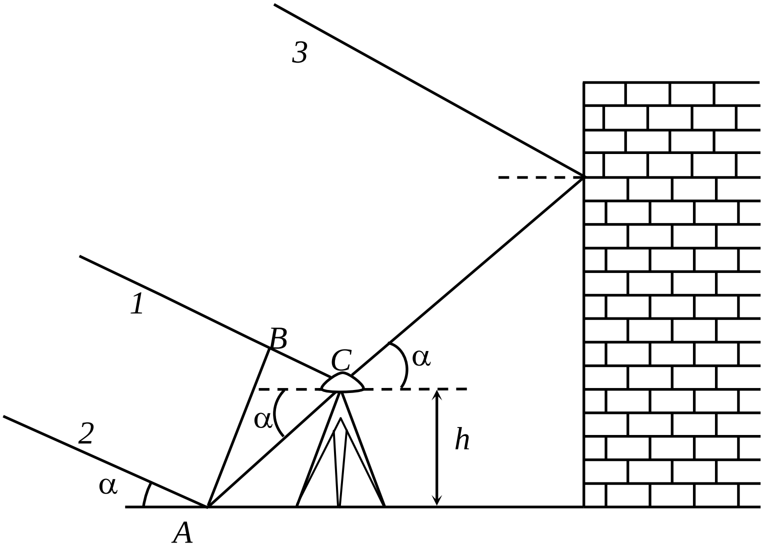
Ýeriň üstünde döwülme indeksiniň bahasy meteorologiki faktorlara baglydyr we aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$N_P = 77,6\frac{P}{T} + 3,73 \cdot 10^5 \frac{e}{T^2},$$

Bu ýerde P – atmosfera basyşy, mbar;

T - temperatura, K;

e – suw parynyň parsial basyşy, mbar.



7.3-nji surat. Radiosignallaryň köpýollulygy:
1 – göni şöhle; *2* – ýeriň üstünden serpigen şöhle;
3 – diwardan serpigen şöhle.

Köpýollulyk. Hemraly priýomnikler käbir ýagdaýlarda peýdaly göni siganldan daşary ýeriň üstünden ýa-da ýakyndaky obýektlerden (meselem, binalardan) serpigen, şeýle-de ownuk predmetleriň difraksiýasy netijesinde ýetip geçen signallary hem kabul edýär. Köpýollulyk uzaklygyň ýalňyşmagyna getirýär (7.3-nji surat).

Ýeriň üstünden serpigen 2 we göni şöhläniň arasyndaky ΔR tapawudy kesgitläliň. A we B nokatlardan Ýeriň emeli hemrasyna çenli aralyk hemişelikdir. Onda:

$$\Delta R = AC - BC = AC\,(1 - \cos 2\alpha) = 2\,AC\,\sin^2\alpha = 2\,h\,\sin\alpha, \quad (5.3)$$

Bu ýerde h – antennanyň goýlan beýikligi (adatça 1–2.5 м);

α – radioşöhläniň ýapgytlyk burçy.

Formulany analizlemek bilen antennany ýeriň üstüne ýäçe ýakyn gurnasak ýeriň üstünden serpigen signallaryň täsirini peseltmäge esas döredýär. Çäklendirilen ýagdaýda $h = 0$ bolanda $\Delta R = 0$ bahany alarys.

Köp ýollulygy azaltmak üçin çäreler aşakdakylardan ybarat:

- antennany serpigýän üstleriň ýok bolan ýerlerinde gurnamak;

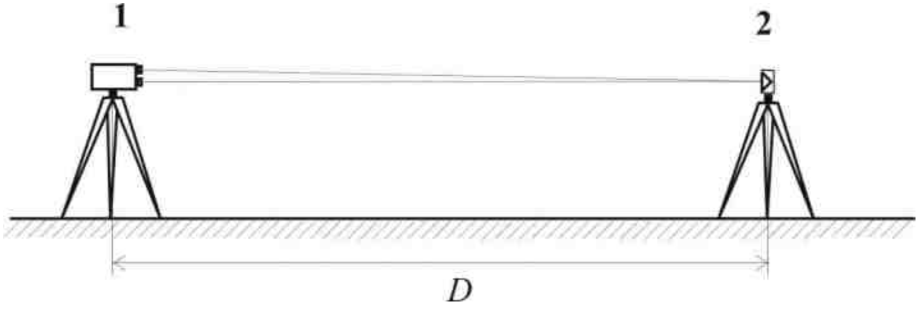
- antennalarda ýeriň üstünden serpigen şöhleleri kesýän ýörite ekranlary ulanmakdan durýar.

VIII. ÝER ÜSTÜNIŇ TOPOGRAFIKI PLANYNY GURMAK

8.1. Ýagtylyk uzagölçeýjileri

Ýagtylyk uzagölçeýjisi - bu ýagtylyk signalynyň wagt boýunça geçen aralygyny ölçeýji geodeziki guraldyr.

Ýagtylyk uzagölçeýjiniň toplumyna goýberiji (peredatcik) we kabul ediji (priýomnik) hem-de serpikdiriji girýär. Priýomoperedatçigi (1) ştatiwiň üstünde ölçenýän çyzygyň başynda goýýarlar (8.1-nji surat), emma serpikdirijini (2) ýörite çelgide ýa-da ony hem ştatiwde, çyzygyň beýleki ahyrynda ýerleşdirýäris.



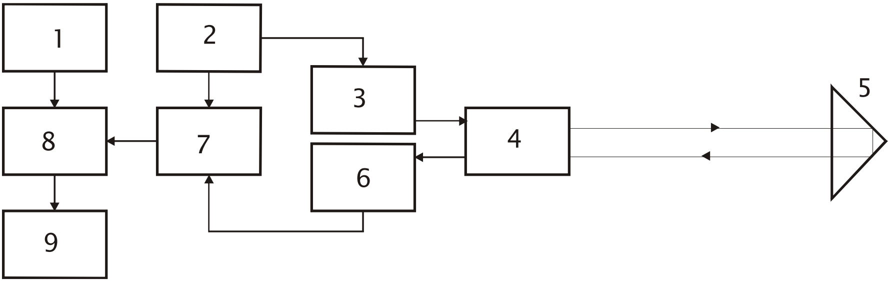
8.1-nji surat. Ýagtylyk uzagölçeýjisi bilen aralygy ölçemek.

Priýomoperedatçik ýagtylyk signalyny şöhlelendirýär, ony serpikdirijiden yzyna gaýdyp gelende kabul edip alýar. Şöhlelenenden soňra kabul edilýänçä aralykdaky wagty ölçeýär we geçilen aralygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýar:

$$D=\frac{v\cdot t}{2}.$$

Bu ýerde v – ýagtylygyň tizligi (orta şertlerde $v \approx 299710$ km/s).

Wagty **t** hökmany ýokary takyklyk bilen ölçemek zerurdyr. Onda 1 santimetr aralygy ölçemekde takyklyk wagt birliginde 10^{-10} s boljakdygyny göz öňünde tutmalydyr. Wagty ölçemek fazaly ýa-da impulsly usullar bilen ýerine ýetirilýär.



8.2-nji surat. Impulsly ýagtylyk uzagölçeýjisiniň shemasy.

Impulsly ýagtylyk uzagölçeýjilerinde (8.2-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. Ölçegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen çyzyk köp gezek ölçenilýär we netijeler prosessorda (**9**) anyklaşdyrylýar. Ölçenen aralyk tabloda öçüp ýanýar.

Ölçenen aralyklarda ýagtylygyň tizligine täsir edýän atmosfera basyşy, temperatura we howanyň çyglylygy bilen baglanyşykly düzedişleri girizýärler. Ýerdäki çyzgyň eňňitligini gorizontal ýagdaýyna getirmek üçin hem kesgitlenen düzedişleri hasaba almak zerurdyr.

Priýomoperedatçik konstruktiw aýratyn gural görnüşli bolup, ol elektron taheometriň düzümine girýän teodeolit geýdirmesi (насадку) ýa-da blogy bilen bilelikde hem ýasalýar.

Ýagtylyk uzagölçeýjileri özleriniň maksatlary boýunça döwlet geodeziki torlaryny gurmak, amaly geodeziýanyň, markşeýderiýanyň we topografiki surata almalary üçin niýetlelen görnüşleri hem bardyr.

Topografiki uzagölçeýjileriň 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 tripelprizma bardyr. Tripelprizma ýagtylyk şöhlelerini nireden gelen bolsa, şol ugra serpikdirýär. Ölçegiň uzynlygyny ýokarlandyrmak üçin köpprizmaly serpikdirijiler ulanylýar.

Plýonkaly serpikdirijiler ýagtylygy **1 x 1 sm** we ondan uly ölçegdäki plastik plýonkasyndan yzyna serpikdirýär. Plýonka ştrihler (meselem, wertikal we gorizontal) 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 uzagölçeýjileri geodeziýanyň önümçiliginde bardyr. Şular ýaly uzagölçeýjileri 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

8.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje

Taheomeriki plany almak diýende, ýeriň üstünde gorizontal we wertikal planyny stansiýada bir gezek duranda almaklyga düşünnilýär. “*Teheometr*” sözüniň gelip çykyşy grek sözi bolup, ol türkmen diline “*Çalt ýa-da tiz ölçeýärin*” 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.

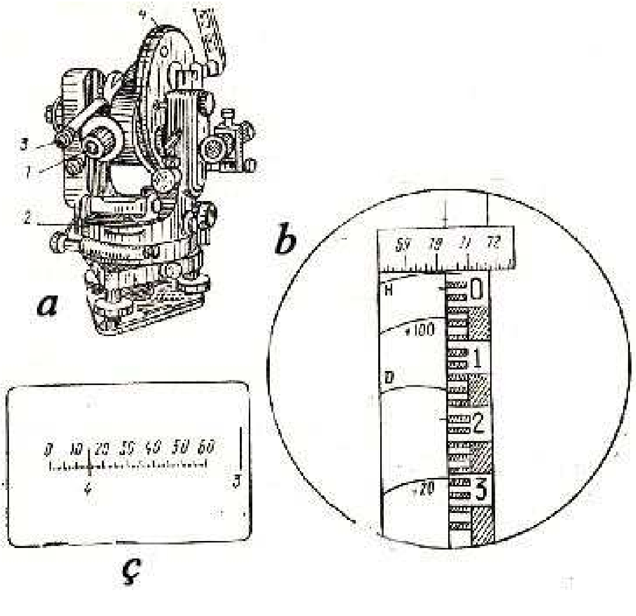
Plan almagyň bu usulynda gorizontal we wertikal burçlary, taheometr, stan-siýasyndan we reýkaly nokatlara çenli aralyklar-optiki, sapakly uzaklyk ölçeýjiniň kömeginde ölçenilýär. Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler bolsa, triganimetriki niwelirlemegiň netijesinde kesgitlenilýär. Taheometriki plany almakdaky 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 netijesini ýerde barlamakdan ybarat. Ýerde ýerine ýetirilýän ölçegleriň netijelerini(žurnallary, ýazgylary) barlamak, punktlaryň koordinatla-ryny, beýikliklerini we plany düzmek otag şertlerinde geçirilýär.

8.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar

Taheometriki plany almakda aýratyn teodolit-taheometriki reýkalary, topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçeýjileri işledilýär. Burçlary ölçeýji gurallar teodeolit-taheometr, taheometr - awtomat we elektronly taheometr ýaly görnüşle-rinde bolýarlar. Gaýtalanýan

taheometriň wertikal tegelegiň alidadasyna urowen ornaşdyrylan hem-de optiki uzaklyk ölçeýji, bussol bilen üpjün edilen teodolitdir. Teodolit-taheometrlere mysal bolup: *2T30, 2T30П, 2T5, 2T5КП, 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 esasyny döretdi. Taheometriki surata almagyň ýörelgeleriniň analitiki esaslaryny döretmekde, *GPS* diýilýän, ýeriň daşyndan aýlanýan *28-30 sany* geodeziki emeli hemralarynyň goýberýän signallarynyň esasynda, guralyň duran nokatlarynyň gönüburçly koordinatlaryny kesgitleýän guraly bilen birleşdirilmegi, geodeziýa ylymynyň öşmegini güýçli depginde artdyrdy.



8.3-nji surat.

TA-2 tipdäki awtomat taheometri görüş turbasynyň okulýarynyň(1) ýanyn-daky gorizontal tegelekden(2) hasap alar ýaly şkalasyny mikroskopyň okulýary(3) ornaşdyrylan, ondan seredeniňde gorizontal tegelegiň limbi we hasaby almagyň bölek bahasy görünýär (8.3-nji surat). Limbiň bölek bahasy **1°**, hasaply bölegininňki 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 gorizontal kesiminiň proýeksiýasyny 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 wertikal tegelegiň çep tegeleginde bolan ýagdaýynda görmek bolar. Wertikal tegelegiň bölekleri we diagrammany egri çyzyklarynyň reswiri, linza we linzaly prizma ulgamlary arkaly görüş turbasyna geçirilýär we okulýardan seredende kümüş reňki berlen **Г** şekili görünýär.

Birnäçe çyzygyň gorizontal proýeksiýalarny we beýgelmelerini ölçemek maksadynda **TA-2** teheometri çyzygyň başlangyç nokadyna, reýka bolsa ahyrky nokada ornaşdyrylýar. Görüş turba reýka nyşanalanylýar, soňra reýka okulýar-dan görünýän **Г** sypatly şekiliň sag tarapyna dogurlanylýar. Reýkanyň nul sany guralyň beýikligine göterilip, diagrammanyň esasy egri çyzygy(H), reýkanyň nul sanyna göterilýär. Aralygyň gorizontal egriniň garşysyndan, reýkanyň sanly böleginden hasap alynýar. Bu hasaby egri çyzygyň koeffisiýentine köpeldilip, aralygyň gorizontal proýeksiýasy 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 sm*(14.1-nji ç surat) bolar. Onda çyzygyň gorizontal proýeksiýasy $S = 17{,}3\ sm \cdot 100 = 17{,}3\ m$ 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)·32,3 sm=+6,44 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 sm* bölegi dogry gelipdir. Onda beýgelme *h=(+100)·6,4 sm=+6,4 m* bolar.

Göruş turbasyndan görünýän **Г** sypatly aýnanyň sag tarapyndaky üç sany çyzyk, aralyk ölçeýji çyzyklary bolup, koeffisiýenti 100-e deň. Aralygyň optiki sapakly uzaklygy ölçeýji çyzyklarynyň kömegi bilen kesgitlenen uzynlygy tapylýar. Suratda sapakly uzaklyk ölçeýji bilen ölçenen aralygy *D=19,4 sm·100 =19,4 metre* deňdir.

Sypatly **(Г)** aýnanyň wertikal burçly aýnadaky indekse dogurlanyp, wertikal tegelekden *1′-a* çenli takyklykda hasap alynýar 6.3.1-nji ç suratda wertikal tegelekden alnan hasap *70°10′* baha deň. *TA-2* taheometrinden wertikal tegelegiň nul ýerini, şu aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplap çykarmak bolar:

$$NY = \frac{1}{2} \cdot (R + L - 180°);$$

Wertikal burçy(ν) hasaplamak üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

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

ýa-da wertikal burçy ölçemek üçin gysgaldylan formulany ulanmak bolar:

$$\nu = NÝ - L = (R - 180°) - NÝ.$$

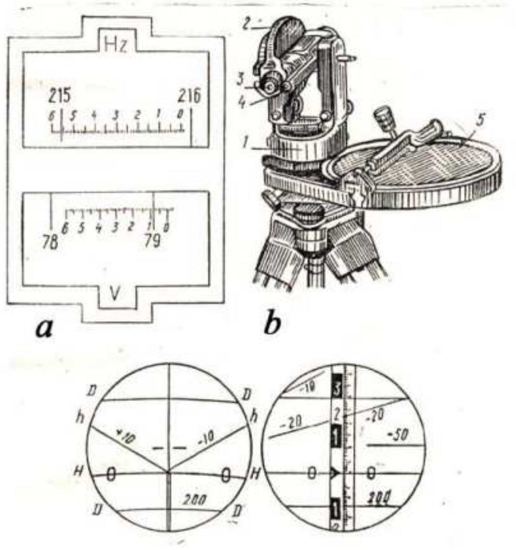
Bu ýerde *R*-teodolit-teheometriň sag tegeleginden alnan hasap, gradusda; *L*-çep tegeleginde alnan hasap, gradusda.

Teodolit-teheometriniň nul ýagdaýynyň 90°-a deň bolmagy gerekdir. Munda wertikal burç *ν = 90° - L* bolar. Suratda wertikal burç *ν =90°-70°10= +19°50′* baha deň bolar.

TA-2 teheometri bilen işlemegiň netijesini berlamak wagtynda, gorizontal burçy bir usulda *±7″* ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen, ýapgytlyk burçuny bolsa *±25″* takyklykda ölçemek mümkin.

Bu teodolit bilen aralyklaryň gorizontal proýeksiýalary takmynyn *1:500-1:700* orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçenilýär. Egri çyzygyň koeffisiýenti *±10* bolanda *50-100 m* aralykda beýgelmesi göni we ters ugurda *±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(8.4-nji b surat). Onuň gorizontal(1) we wertikal(2) tegeleklerinden hasaplar, görüş turba-synyň(3) ýanyna ornaşdyrylan turba(4) arkaly göz bilen çemeläp **0,1′-a** çenli takyklykda alynýar. 8.4-nji suratda gorizontal tegelekden (**Hz**) alnan hasap **215°55,4′**, wertikal tegelekden (**V**) alnan hasap bolsa **79°08,5′** bolar.



8.4-nji surat.

Tegelegiň çep tarapyndaky görüş turbasyndan uzaklyk ölçeýjisiniň sapaklar tory, esasy egri çyzyk (H) hem-de aralygyň gorizontal proýeksiýalaryny ölçemegiň egri çyzygy (D), beýgelmegi ölçemegiň egri çyzyklary görünýär. 8.4-nji d suratda bolsa görüş turbasyny gyýaladyp reýka sereden wagtyynda görüş meýdany

teswirlenen “*Delt*” taheometrinde aralygyň gorizontal proýeksiýasyny ölçemek, uzaklyk ölçeýjiniň 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 gorizontal proýeksiýasyny kesgitlemek we beýgelmäni ölçemegiň egri çyzyklarynyň arasyndaky aralygy görkezýär. 6.3.2-nji g suratda esasy egri çyzyk(H) bilen aralygyň gorizontal proýeksiýasyny kesgitlemek, ýokarky egri çyzygyň koeffisiýentiniň *100* bolanlygyndan, çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygy *0,292 ·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 gorizontal kesiminiň uzynlygy *0,146·100=29,2 m* bolar. Ölçegi barlamak maksadynda, çyzygyň uzynlygyny ikinji gezek ölçeýäris. 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 · (-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 bahasyna deň bolmasa ýa-da reýkanyň nul bahasy aşakda bolanlygyndan(ýer üstüniň päsgelçiligi sebäpli) görünmese, esasy egri çyzyk reýkanyň başga bir bahasyna dogurlanylýar. Bu ýagdaýda guralyň beýikligi(*i*) we esasy egri çyzyk(H), nyşanalanýan reýkanyň beýikligi(v), beýgelmäniň egri çyzygy boýunça kesgitlenen nokatlaryň arasyn-daky beýgelä(h) düzedişler girizilýär. Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky ýaly ha-saplanylýar:

$$h = h' + i - v$$

“*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 gorizontal reýka goldanylýar. Hasap bölekli mikroskopa seredeniňde gorizontal we wertikal tegelekleriň bölekleri hem-de ýapgytlyk burçlaryň tangensi(**tg**) we alynýan hasaply bölek görünýär. Ýapgytlyk burçuň tangensini aralygyň gorizontal proýeksiýasyna köpeltmek ýoly bilen gural ornaşdyrylen nokatda durup, ýerdäki nokadyň beýgelmesi tapylýar. Bu taheometr bilen gorizontal burçlary doly usulda(priýomda) ±5′, orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Wertikal tegelekden 0,2′-a çenli takyklykda hasap alynýar. Ýapgytlyk burçy uly bolmadyk 100 m aralykda beýgelmäni ölçemegiň takyklykgy 2-5 sm-e çenli çäkde bolýar.

8.4. Trigonometriki niwelirlemek

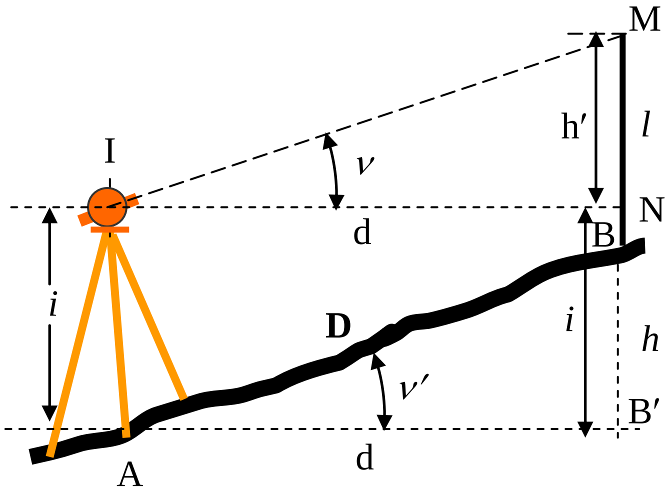
Triganometriki niwelirlemekde beýgelmäni kesgit-lemekde berlen çyzygyň ýap-gytlyk burçy we onuň uzynlygyna eseslanýar(8.5-nji surat). Suratda *ABS* üçburç-lygyň *BB′* tarapy, şu üç-burçlygyň *B* nokadynyň *A* nokadyna baglylykda beý-gelmesi(*h*) bolýar. Beýgel-mäni kesgitlemek üçin *A* nokada teodolit, ýa-da teo-dolit-taheometr, *B* nokada bolsa dik(wertikal) ýagdaýda çelgi(reýka) ornaşdyrylýar. Teodolit-taheometriň göruş turbasyndan çelginiň ujyna, suratda *M* nokada seretdirip ýapgytlyk burçuny (*ν*) ölçeýäris. Ýerdäki *A* we B nokatlaryň arasyndaky aralygyň gorizontal proýeksiýasy *AB=d* bolsa *MIN* üçburçlukdan aşakdakyny almak bolar:

$MN = h' = d \cdot tg\ \nu$; suratdan görnüşi boýunça $h + l = i + h'$.

Bu formu;adan h′ ornuna, onuň bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h + l = d \cdot tg\ \nu + i$$

Formuladan beýgelmäni tapsak, onda şu aşakdakyny alarys:



8.5-nji surat.

$$h = d \cdot tg\, \nu + i - l$$

Beýgelmäni şu ýokarda görkezilen formula boýunça hasaplap çykarmakda *d · tg ν-nyň* bahasyny tapmak üçin mahsus tablisadan ýa-da hasaplaýyş mikrokalkulýatorlardan peýdalanmak bolar. Şurata almagyň wagtynda guralyň(*i*) we çelginiň(*l*) beýiklikleri ruletkanyň ýa-da reýkanyň kömeginde ölçenilýär. Eger-de guralyň beýikligine deň bolan *B′N* kesim *B′* nokada ornaşdyrylan çelgiden, öňden guralyň beýikligine deň bolan aralgyny belgilenip goýulsa we taheometr bilen wertikal burçy ölçemekde, onuň nyşanalaýjy şöhlesi şu çelgä nyşanalansa, onda $i = l$ bolanlygyndan niwelirlemegiň formulasy aşakdaky görnüşe gelýär:

$$h = d \cdot tg\, \nu.$$

Ýeriň sferikligi we atmos-feranyň refraksiýasyny hasaba almak bilen, beýgelmäni hasapla-maga girizilýän düzediş şu aşak-daky tertipde geçirilýär. Ýokardaky bellenen formuladan aralygy ýakyn, **300 metre** çenli bolan iki nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmesini kesgitlemekde ulan-mak bolar. Çünki beýgelmäni kesgitlemegiň bellenen formula-synda Ýeriň sferikligi we atmos-

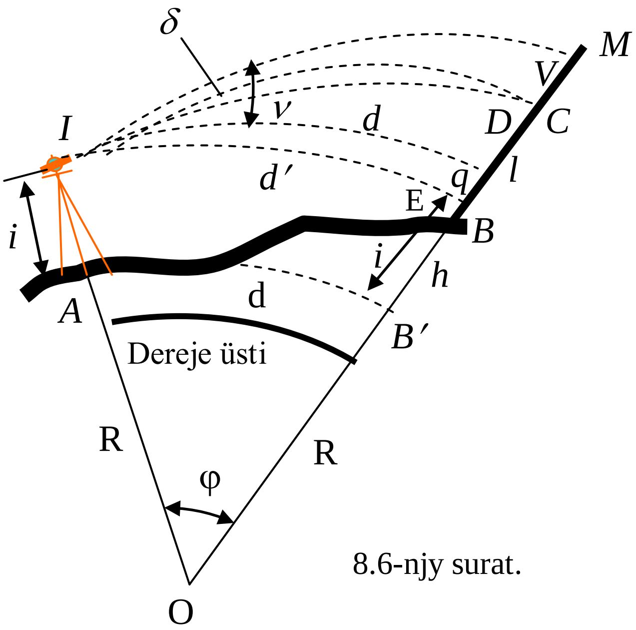
feranyň refraksiýasynyň beýgelmä edýän täsiri göz öňünde tutulmazdan alnandyr.

Uzak aralyklary (300 metrden köp bolsa) trigonometriki niwelirle-mekde Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitle-mege edýän täsirini göz öňünde tutmak bilan kesgitlenilmelidir. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitlemäge nähili täsir edişine düşünmek maksadynda mysala seredeliň(8.6-njy surat). Suratda trigonometriki niwelirlemegiň sadalaşdyrylan görnüşündäki çyzgysynda, **A** nokada ornaşdyrylan teodeolit-taheometriň beýikligini(i), **B** nokada dik ornaşdyrylan çelginiň beýikligi (l) görkezilen. Teodolit - taheometriň wertikal oky we çelginiň oky ugurlarda dowam etdirilse, ýeriň merkezinde **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 beýgelmesini görkezýär. Şular ýaly teodolit-taheometriň gorizontal okundan dereje üsti geçirilse, onda ***IE*** duga emele gelýär. ***B'E*** çyzygyň uzynlygy bolsa, guralyň beýikligine deň bolýar. Suratdan görnüşi ýaly, ID gorizontal nyşanalaýjy şöhläniň ugry IE duganyň ugry bilen gabat gelýär. Şu ýerde $ED=q$ çyzygyň uzynlygy, Ýer üstüniň sferikliginiň beýgelmä edýän täsiri üçin girizil-ýän düzedişdir.

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

Suratdan görnüşine esaslanyp şu aşakdakyny ýazmak bolar:



8.6-njy surat.

$h + l + r = v + q + i.$

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

$v = d \cdot tg\ v$

v-iň bahasyna onuň bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$h + l + r = d \cdot tg\ v + q + i$

onda

$h = d \cdot tg\ v + i - l + (q - r)$

gelip çykýar. Eger-de (q - r) aňlatmany f bilen belgilesek, onda

$h = d \cdot tg\ v + i - l + f$

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, gorizontal

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 öňünde 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 düzedişiň bahasyny trigonometriki

niwelirlemegiň formulasynda ornuna goýsak, trigonometriki niwelirlemegiň fomulasy aşakdaky görnüşe geler:

$$h = d \cdot tg\nu + i - l + 0{,}42 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Formuladan görnüşi ýaly Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzedişler niwelirlenilýän çyzygyň uzynlygyna göni proporsionaldyr. Diýmek, niwelirlenilýän iki nokadyň arasyndaky aralyk ňäçe uly boldygyça, oňa girizmeli düzedişleriň mukdary artýar.

Aralygyň bahasy 300 metrden gysga bolsa, Ýeriň sferikligi we refraksiýasy üçin girizlýän düzediş 1 sm-den kiçi bolýar. Şonuň üçin topografiki kartalaryny almakda, aralyk 300 metrden uly bolsa, belli düzedişler göz öňünde tutulýar.

Aralygy, optiki uzaklygy ölçeýji bilen ölçemekde peýdalanylýan trigono-metriki niwelirlemegiň formulasy belli bir derejede tapawutlanýar. Ýokarda görkezilen trigonometriki niwelirlemegiň formulalaryny, iki nokadyň arasyn-daky aralygynyň, gorizontal proýeksiýasy belli bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Trigonometriki niwelirlemekde ýapgytlyk burçy optiki uzaklygy ölçeýji bilen ölçenen bolsa, beýgelmäni kesgitlemegiň formulasy başgaça bolar. Ýagny, $h=d\cdot tg\ \nu$ formuladaky d-niň ornuna, uzaklyk ölçeýji bilen ölçenen aralygyň bahasyny($d = k \cdot l\cdot Cos^2\ \nu$) goýsak, formula aşakdaky görnüşi alar:

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

formuladaky

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

bolanlygyndan, beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$h = k \cdot l \cdot Cos\ \nu \cdot Sin\ \nu.$

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

$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot Sin2\nu.$$

Bu ýerde *k*-optiki uzaklygy ölçeýjiniň koeffisiýenti; *l*-reýkadan alnan hasap.

Biz ýokardaky guralyň beýikligi bilen çelginiň beýikligini bir-birine deň, ýagny $i = l$ bolan ýagdaýynda trigonometriki formulanyň alnyşyny gördük. Taheometri çelginiň ýokarsyna(ujyna) nyşanalanlarynda hem-de niwelirlemekde Ýeriň sferikliginiň, atmosferanyň refraksiýasynyň täsirleri göz öňünde tutulan-da, alnan trigonometriki niwelirlemegiň formulasy aşakdaky ýaly bolýar:

$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot Sin2\nu + i - l + f.$$

Niwelirlemek wagtynda guralyň beýikligi we çelginiň uzynlygy ruletkanyň ýa-da başga bir uzynlygy ölçeýji guralyň kömeginde ölçenilýär. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzediş(*f*), mahsus tablisalardan alynýar.

Niwelirlenilýän iki nokadyň aralygy 300 metrden gysga bolanda hem-de guralyň we çelginiň beýiklikleri bir-birine deň ýagdaýlarynda, beýgelmäni kesgitlemegiň doly formulasynda *i* we *l* göz öňünde tutulmaýar(hasaba alynmaýar).

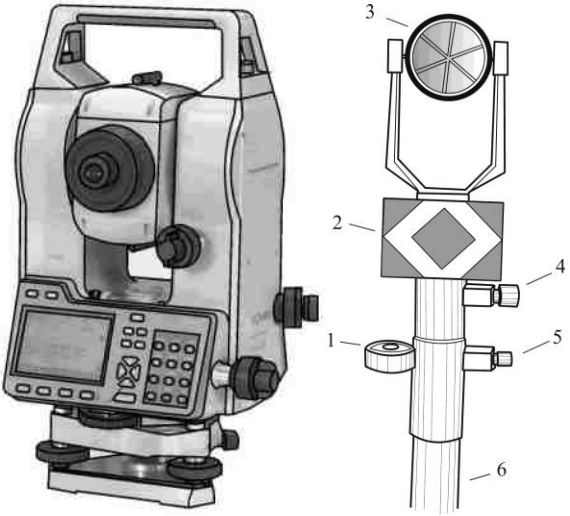
8.5. Elektron taheometrler

Elektron taheometri – bu özüne ýagtylyk uzagölçeýjini, elektron teodoliti we mikro-EHM birleşdirýän guraldyr. Ýagtylyk uzagölçeýjisi serpikdirijä çenli aralygy ölçeýär. Elektron teodolitiniň gorizontal we wertikla tegeleginiň datçikleri tegelekler boýunça hasaplary berýär. Aralyklaryň we burçlaryň hasaplary indikasiýa we registrasiýa usullarynda geçirilýär. Mikro-EHM geodeziki mysallaryň bütewi hataryny çözmäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gural gerek bolan amaly programmalar bilen üpjün edilendir. Ölçemegiň we hasaplamagyň netijesinde alnan informasiýalar guralyň tablosynda ýanyp 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 yşygynyň kömegi bilen görkeziji hem bardyr (8.7-nji surat).

Elekron 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 öňünde tutulýär.

Ölçegleriň netijesi boýunça gorizontal we wertikal burçlary, çyzygyň direksion burçlaryny, gorizontal kesimiň uzynlygyny (priloženiýany), beýgelmäni, serpikdirijiniň goýlan nokadynyň beýikligi, koordinatlar artmasy, seredilýän nokadyň tekiz we giňişlik koordinatlary ýalylar 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 hasaplamalary geçirmek mümkinçiligi hem göz öňünde tutulandyr. 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.



8.7-nji surat. Elektron taheometr:
a) – esasy gural; b) – bir wagtlaýyn serpikdiriji: 1 – urowen;
2 – wizirleýji marka; 3 – prizma; 4, 5 – berkidiji nurbatlar;
6 - ştanga.

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 ondürýän gurallary özleriniň häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawutlanýarlar. Elekrton taheometrleri bilen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 1″-dan 6″-a çenli çäklerde alynýar. Bir prizmaly serpikdirijilerde maksimal uzynlygy 1600 metrden 5000 metre çenli çäkde berilýär. Bu ýagdaýda ölçegiň takyklygy ortaça 2 mm + + 2×10^{-6} *D* ýaly häsiýetlendirilýär, bu ýerde *D* - aralyk. Elektron taheometrleriň köp sanlysy aralygy serpikdirijisiz ölçeýär. 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.

8.6. 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.

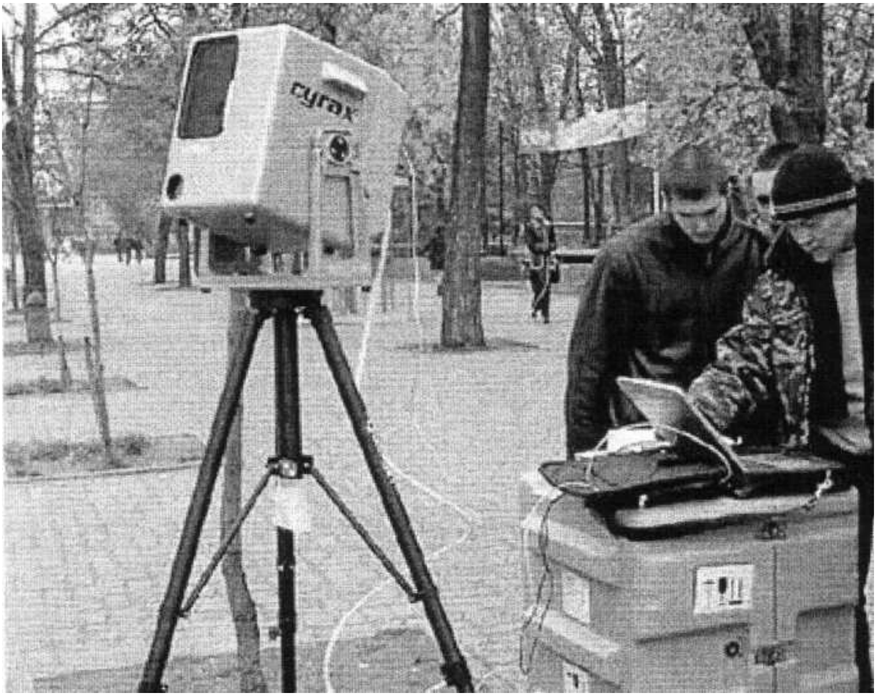
Guralyň ädimleýji dwigateli aýnalaryň (zerkalalaryň) sistemasy bilen lazer şöhlesiniň ugruny üýtgedýär. Aýnalaryň (zerkalaryň) öwrülme burçy we ölçenen aralyklar boýunça nokatlaryň üç ölçegli koordinatlary hasaplanylýar.

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

Surata almagy geçirmekde obýektiň üsti “nokatlaryň toplumy” bilen örtülýär, ol bolsa köpsanly nokat bolup, olaryň gürlügi millimetriň ülşünden 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 proýeksiýalarda, şeýle-de ol boýunça surata alynýan obýektiň gyzyklanýan bölegininiň ölçeglerini geçirmek mümkin.

Skaneriň çäklenen görüş meýdanynyň bolmagy we obýektiň formasy, köplenç onuň ähli bölegini, skaneriň bir gezek stansiýada goýulmagy bilen almaga mümkinçilikk 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.



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

Skanerler dürli takyklykda ulanylýar (8.8-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 operatiw düzmek gerek bolan ýagdaýynda, şeýle-de binalary ýa-da jaýlaryň arkalaryny surata almakda we binalaryň takyk çyzgylary gerek bolsa ulanylýar.

8.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler

Taheometriki plany almakda teodolit-niweliri, teodolit-beýiklik we taheomet-riki ýörelgelerine esaslanylýar. Ýeriň üstüniň sudurlaryny we relýefini plana almakda, toruň punktlary stansiýa bolup hyzmat edýär. Punktlaryň bir-birinden görünmedi we töwerekdäki ýeriň plana alynmagyny ýakynlaşdyrmak gerekdir. Üzaboýuna uzalyp gidýän desgalaryň 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 mümkinçligi 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.

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.

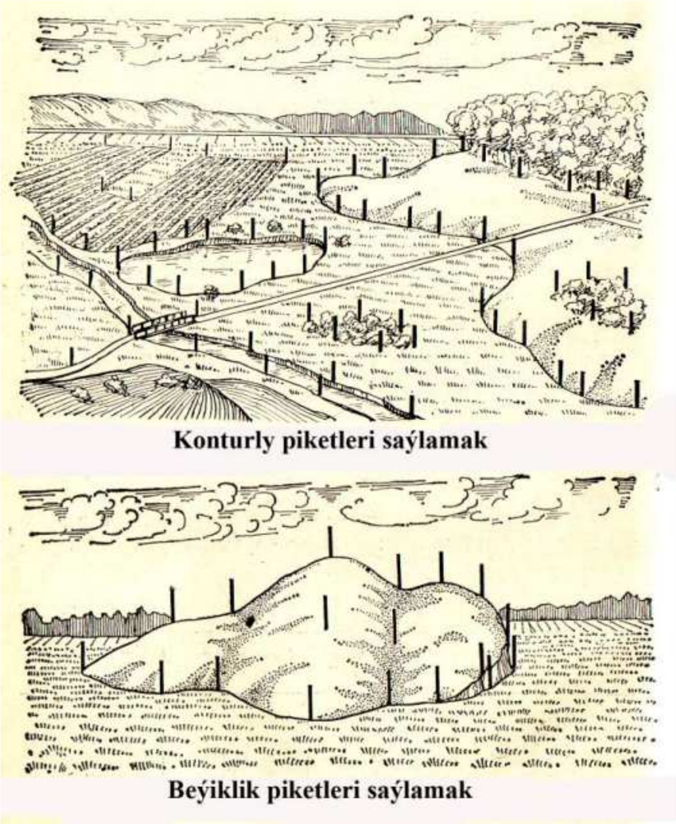
Taheometriki ýörelgede geçirlen gorizontal burçlar teodolit bilen doly usulynda(priýomda) aralyk bolsa göni we ters ýörelgede optiki sapakly uzaklyk ölçeýileri bilen ölçenilýär. Gaýtalanýan teodolitler işledilende wertikal burçlar teodolidiň sag we çep

tegeleginden hasaplary almak bilen triganometriki niwelirlemegiň formulalaryny ulanmak arkaly kesgitlenilýär. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeler kesgitlenende, çyzyklar boýunça göni we ters ugurlardaky beýgelmeleriň tapawudy **100 metr** aralykda **4-5 sm-den** uly bolmazlyk şerti bilen geçirilýär. Tapawutlar goýberilýän bahadan geçmese, olaryň orta arifme-tiki bahasy tapylýar. Taheometriki ýörelgesi geçirilende awtomat-taheometrlden peýdalanylsa, ýörelgäniň her bir tarapynyň 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, eňňidiň görünmeýän ýerinden, jar we jülgäniň gyrasyndan, suw bölüji çyzygyň öwrümli ýerlerinden we beýleki häsiýetli ýerlerinden alynýar. 8.9-njy suratda kölüň, ýolyň häsiýetli nokat-laryndan piketleri almagyň tertibi, sanlar bilen görkezilendir. Ýol, köl we ş.m. sudurlaryň käbir ýerlerinden piketleri almak şu suduryň häsiýetine hem-de şekiline baglydyr. Sudur inedördül, 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.

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 (8.10-njy surat).



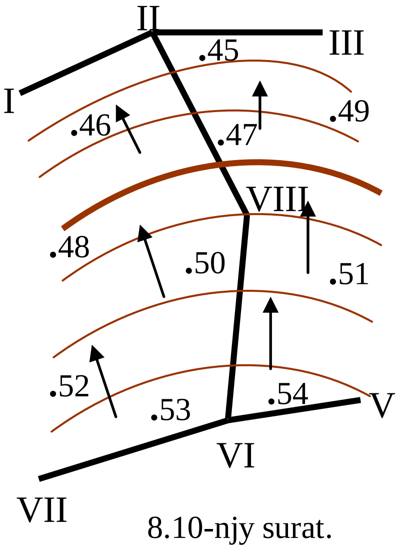
Konturly piketleri saýlamak

Beýiklik piketleri saýlamak

8.9-nji 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.



8.10-njy surat.

Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini plana düçürmek, taheometriki ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtynda ýerine ýetirmekde, her bir stansiýada aşakdaky işler amala aşyrylýar:

1. Taheometr stansiýa ornaşdyrylýar we işçi ýagdaýyna(merkezleşdirilýär, gorizontal tegelegiň limbi gorizontallaşdyrylýar, görüş turbasy düzedilýär hem-de oriýentirlenilýär) getirilýär. Limbi, magnit meridiany ýa-da çyzygyň ugruna oriýentirlemek bolar. Taheometriň limbini magnit meridiany boýunça oriýentir-lemek üçin, guralyň wertikal tegelegine bussol geýdirilýär hem-de gorizontal tegelekde alidadanyň nuly bilen limbiň nulyny gabatlaşdyrýarys we alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris. Soňra gorizontal tegelegiň limbini boşad-ýarys, görüş turba alidada bilen birlikde, limbiň açyk ýagdaýynda aýlandyrylyp, bussolyň magnit diliniň boşadylan ýagdaýynda, demirgazyk magnit merdi-anynyň ugry bilen gabat gelýänçä, teodolidi aýlandyrýarys. Bussolyň nul punkty bilen magnit dili gabat gelen ýagdaýynda gorizontal 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) seret-dirilip gorizontal tegelekden hasap alynýar, alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolýar. Limbi berlen çyzyklar boýunça oriýentirlemek üçin ýene-de alidadanyň nuly bilen limbiň nuly

gabatlaşdyrylyp gorizontal 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 gorizontal tegelekden hasap alynýar. Netijede, ikinji ugur başlangyç ugra görä oriýentirlenen bolýar we şu ugurlaryň arasyndaky tapawut gorizontal 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 hasaplary alýarys we žurnala ýazýarys;

3. Görüş turbasy öňdäki nokatdaky reýka nyşanalanýar, 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 nyşananylýar;

5. Her bir stansiýada wertikal tegelegiň nul ýeri, ýapgytlyk burçy hem-de taheometriki formulalardan peýdalanyp poligonyň taraplarynyň gorizontal proýeksiýalary 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 peýdalanyp stansiýadan nokatlara (piketlere) çenli bolan aralyklaryň gorizontal proýeksiýalary hem-de beýgelme-leri hasaplanylyp çykarylýar. Plany almakda awtomat-taheometrler işledilýän bolsa, nokatlara çenli bolan aralyklaryň gorizontal

proýeksiýalary we beýgel-meleri, guralyň kömeginde kesgitlenilip žurnala ýazylýar. Şonuň bilen stansiýada iş gutarýar, görüş turbany öndäki nokatdaky reýka nyşanalaýarys we limbiň duran ýeriniň bozulmanlygy barlanylýar. Birinji stansiýada işi gutaryp, taheometr ikinji stansiýa göçürilýär hem-de işler ýokardaky tertipde geçirilýär.

Taheometriki plany almakda, her bir stansiýada ölçeg işini geçirmek bilen bir hatarda göz bilen çemeleşip duralganyň töweregindäki ýeriň shematik plany çyzylýar. Bular ýaly çyzyga **kroki** diýilýär(öňki bölümlerimizde agzalyp geçipdik). Krokiniň abrisden tapawudy, onda sudurlardan daşary, ýer üstüniň relýefi görkezilýär. Krokide stansiýanyň we nokatlaryň(piketleriň) ady, tertibi ýazylýar. Planda gorizontallary geçirmegi ýeňilleşdirmek maksadynda, krokide ugurlaryň ýönelişi peýkamlar bilen, relýefiň häsiýetli ýerlerinde ýerleşen nokatlardan pesde ýerleşen nokatlara, peýkamlary ugrukdyrmak arkaly görkezil-ýär(6.3.9-njy surat).

8.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak

Taheometriki surata almakda, ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini, ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtda alnyp barylýar. Onümçilik işleri wagtynda reýkaly nokatlary, ýer üstüniň häsiýetli nokatlaryny hasaba almak bilen saýlap almak zerur. Ýagny, her bir saýlanyp alnan nokatlaryň eňňidiň ugruny, suw akarlarny we suw bölüji çyzyklary görkezmegi zerur. Taheometriki ýörelgede piketleriň arasyndaky aralyklar we taheometrden reýkaly nokatlara çenli aralyklar, surata almagyň masştabyna we relýefiň kesişme beýikligine bagly bolýar.

Stansiýadaky işleriň tertibi şu aşakdakylardan ybarat:

1. Taheometri surata almak üçin niýetlenilen nokatda ornaşdyrýarlar, guraly merkezleşdurýärler, işçi ýagdaýyna getirýärler;

2. Guralyň beýikligini ölçeýäris;

3. Surata alynýan taheometriki ýörelgesiniň gorizontal burçlaryny hem-de yzky we öndäki nokatlara tarapdaky ýapgytlyk burçlary, şeýle hem taheometriň L we R tegeleklerinde, optiki sapakly uzaklyk ölçeýjileri bilen aralyklary ölçenilýär;

4. Şu nokatlardan alnan hasaplar boýunça wertikal tegelegiň nul ýerini(NÝ) kesgitleýäris;

5. Limbiň nuluny ýörelgäniň yzdaky nokadyna görä oriýentirleýäris. Onuň üçin alidadanyň nul hasaby bilen limbiň nul hasabyny taheometriň çep(L) tegelegin-de gabatlaşdyrýarys we şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris(ýapýarys). Limbi berkidiji nurbaty burup boşatmak bilen görüş turbany ýörelgäniň yzdaky nokadyna seretdirýäris. Görüş turbany gödek 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 ölçeýiniň reýkasyndan we wertikal hem-de gorizontal tegelekleriň limblerinde hasaplary alýarys. Alnan hasaplary taheo-metriki surata almagyň žurnalynyň degişli sütünlerine ýazýarys. Uzaklyk ölçeýjiniň raýkasyndan hasap almakda, eger-de ýöriteleşdirilen, uzaklyk olçeýji reýkalary ulanylýan bolsa, onda görüş turbanyň(haçan-da görüş turbasy ters şekil görkezýän bolsa) aşaky sapagyny reýkanyň ýokarsyna, onuň ýokarky sapa-gyndan, reýkadan hasap alýarys. Soňra, sapaklar torunyň ortakysyny reýka-nyň ýokarsyny seretdirip **5′** tegeleklemek bilen gorizontal we **1′** takyklyk bilen wertikal tegeleklerden hasaplar alýarys. Haçan-da uzaklyk olçeýji 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 gorizontal sapagy, reýkanyň takmynan ortasyna seretdirmek bilen uzaklyk ölçeýji sapaklardan hasaplary alýarys. Görüş turbasynyň gyraky sapaklarynyň *NÝ-ni* nula getirmegi, edil ortaky sapagyňky ýaly geçirmek bolar. Haçan-da reýkanyň ýokarsyna görüş turbanyň aşaky sapagyny(turbanyň görüş meýdanyn-daky görünýän sapak) nyşanalaýan wagtymyz wertikal burçy ölçeýän bolsak, onuň ýokarky sapagy boýunça nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitleýäris. Şu ýagdaýda reýka görüş turbany

bir gezek seretdirmek bilen nokatlaryň arasyndaky aralygy we ýapgytlyk burçy ölçeýäris.

Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$h = s \cdot tg\ v$ ýa-da $h = \frac{1}{2} \cdot (100 \cdot l + \Delta) \cdot Sin2v$.

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 gorizontal tegelegiň limbiniň ilki başdaky goýulan hasabyndan 2′-dan köp tapawut etmeli däldir.

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

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

Gorizontal geçiriljek nokatlaryň arasyny interpolirlemek 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 gorizontal nyşanalanan şöhläni almak bolar. Onuň üçin taheometriň wer-tikal tegeleginde, onuň nul bahasyna deň bolan sany goýmak bilen niwelirlemek geçirilýär. Piketleriň beýikligini kesgitlemekde belli formulany ulanmak bolar.

Eger-de surata almak esasly nokatlardan, aýratyn ýapyk sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda surata almagy geçiş nokatlary arkaly, piketlerden(olaryň ýagdaýy surata almagyň iki-üç nokadyndan kesişdirmek ýoly bilen tapylan bolmalydyr) geçirilýär.

8.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri

Taheometriki plany almakda hasaplamak işlerine: taheometriki ýörelgäniň stansiýalaryň gönüburçly koordinatlaryny, cyzyklaryň ýapgytlyk burçlaryny, ýapgytlyk burçlary we ölçenen çyzyklaryň uzynlyklary boýunça olaryň gorizontal kesimleriniň uzynlyklaryny, nokatlaryň arasyndaky beýgelemeleri we berlen punktlaryň beýiklikleri boýunça duralgalaryň beýikligini hasaplamak girýär. Gaýtalanýan teodolitlerden peýdalanylanda ýörelgedäki çyzyklarynyň ýapgytlyk burçlaryny, relýefi plana geçirmekde stansiýa bilen nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçlary, öňünden belli bolan triganometriki niwelirlemekde ulanylýan formulalaryň kömeginde hasaplanylýar.

8.1-nji tablisa

Duralgalaryň beýikligini kesgitlemek tablisasy

№/№	Çyzyklaryň gorizontal kesimleriniň uzynlyklary, metrde	Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler(h), metrde					Stansiýalaryň beýikligi (H), metrde
		Göni	Ters	Orta	Beýgel. düzediş	Düze-dilen	
1	2	3	4	5	6	7	8
PP49							70,15
	201,70	-0,59	+0,56	-0,57	+0,02	-0,55	
I							69,60
	151,80	+0,30	-0,37	+0,34	+0,02	+0,36	
II							69,96
	200,15	+1,22	-1,15	+1,18	+0,03	+1,21	
PP51							71,17
	P=553,65		*∑+ = 1,52*				
			∑- = 0,57				
			$\sum h_{Orta}=+0,95$				
			$\sum h_{Bol.}=+1,02$				
			$f_h = -0,07$				

Plany almagyň žurnaly barlanandan soňra, taheometriki ýörelgäniň çyzgy-syny(shemasyny) çyzyp, oňa ýörelgäniň taraplarynyň uzynlyklary, öwrümli burçlary, çyzyklaryň ortaça beýgelmeleri, daýanç punktlarynyň koordinatlary we beýiklikleri

ýazylýar. Taheometriki ýörelgäniň koordinatlary, teodolitli ýörelgesiniň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamakdaky ýaly geçirilýär. Punktlaryň beýiklikleri bolsa triganometriki niwelirlemekdäki ýaly hasaplanyp çykarylýar. Geçirilen hasaplamalary “*Stansiýalaryň beýikligini kesgitlemegiň žurnalyna*” ýazylýar (8.1-nji tablisa).

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

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

Ýapgytlyk burçlarynyň hasaplanyşyny barlamak maksadynda, goşmaça formulalar hem ulanylýar. Bu formulalar şu aşakdaky ýaly berilýär:

$v = L – NÝ = NÝ - R$

1-nji mysal. Eger-de $L=0°36'$ we $R=179°27'$ bolsa, onda wertikal tegelegi-niň nul ýeriniň we nul ýeriniň(NÝ) hasaplanyşyna seredip geçeliň:

$$NY = \frac{0°36' + 179°27' - 180°}{2} = \frac{0°03'}{2} = 0°01{,}5'.$$

Ýapgytlyk burçuny şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$v = \frac{0°36' - 179°27'}{2} = \frac{1°09'}{2} = 0°34{,}5'.$$

Ýapgytlyk burçuny goşmaça formulalaryň kömeginde şu aşakdaky ýaly ha-saplalyň:

$v = 0°36' - 0°01{,}5' = 0°34{,}5'$ *ýa-da* $v = 0°01{,}5' - 179°27' = 0°34{,}5'$

10.3-nji tablisa

TAHEOMETRIKI SURATA ALMAGYŇ ŽURNALY

2002-nji ýylyň **Oguzhan aýynyň 2-i** Duralga № **PP49**

Teodolit **2T30 № 68786** Guralyň beýikligi **i=1,39 m**

Duralganyň beýikligi **H_D=70,15 m**

Seredilýän nokatlar	Uzakly ölçeýji boýunça hasaplar	Hasaplar, mm		NÝ	ν	Gorizontal kesimiň uzynlygy, m	$H_o = S \cdot tg\ \nu$	Nyşanalanýan beýiklik(l), m	Beýgelme (h), m	Beýiklik (H), m	Goşmaça
		Gorizontal tegelek boýunça	Wertikal tegelek boýunça								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	201,7	0°00′		0°01,5′				1,39			
1	40,8	253°24′	358°17′		-1°44,5′	40,8	-1,24		-1,24	68,91	
2	49,3	272°32′	359°08′		-0°53,5′	49,3	-0,77		-0,77	69,38	Suwda
3	31,8	306°′03	1°20′		+1°18,5′	31,8	+0,73		+0,73	70,78	
4	68,0	320°01′	239°15′		-0°46,5′	68,0	-0,92		-0,92	69,23	
5	60,0	334°00′	357°30′		-2°31,5′	59,9	-2,64		-2,64	67,51	
6	34,3	344°21′	359°08′		-0°53,5′	34,3	-0,53		-0,53	69,62	
7	42,3	0°03′	1°01′		+0°59,5′	42,3	+0,73		+0,73	70,88	
8	75,0	0°02′	0°28′		+0°26,5′	75,0	+0,58		+0,58	70,53	
9	100,0	32°15′	1°35′		+1°33,5′	99,9	+2,72		+2,72	72,87	
10	76,3	55°30′	2°26′		+2°24,5′	76,2	+3,20		+3,20	73,35	
11	60,0	90°00′	2°45′		+2°43,5′	59,9	+2,85		+2,85	73,00	
I		0°00′									

Üç usul bilen hasaplanan ýapgytlyk burçlarynyň bahalary bir-birine deň, diýmek ýapgytlyk burçy dogry hasaplanypdyr.

2. Duralgalaryň arasyndaky beýgelmeleri hasaplamak üçin triganometriki niwe-lirlemegiň doly formulasyny ulanýarys. Duralgalaryň arasyndaky aralyklar 300 metrden gysga bolan ýagdaýynda, aşakdaky formuladan peýdalanmak bolar:

$h = D \cdot tg\ v + i - l.$

Bu ýerde *D*-çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygy, m; *i*-guralyň beýikligi, m; *l*-wehanyň beýikligi, m.

3. Çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$D = d \cdot Cos\ v.$

Bu ýerde d-ölçenilen çyzygyň uzynlygy, metrde.

2-nji mysal. Ölçenen çyzygyň uzynlygy d=201,70 m bolsa, onda çyzygyň gorizontal kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky ýaly kesgitläliň:

$D = 201,70 \cdot Cos\ 0°34,5' = 201,70 \cdot 0,99994 = 201.69\ m.$

Hasaplanan çyzyklaryň gorizontal 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):

$$h_{PP49-I} = 201,69 \cdot tg\ 0°34,5' + 1,39 - 4 = 201,69 \cdot 0,010036 + 1,39 - 4,00 == 2,02 + 1,39 - 4,00 = -0,59\ m.$$

Berlen çyzygyň ters ugurdaky beýgelmesini kesgitlemek üçin berlenler: $v = 0°54',\ i = 1,41\ m,\ l = 4,00\ m$ bolsa, onda ters ugurdaky beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar(4-nji sütüne ýazmaly):

$$H_{I-PP49} = 201,69 \cdot tg\ 0°54' + 1,41 - 4 = 201,69 \cdot 0,015709 + 1,41 - 4,00 == 3,17 + 1,39 - 4,00 = -0,56\ m.$$

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. Taheomtriki ýörelgesinde ölçegleriň dogry geçirilenligini barlamak maksadynda, goýberlen çyzyk ýalňýşlygy kesgitleýäris. Bu ýalňýslygy kesgit-lemekde, ilki bilen orta beýgelmeleri(5-nji sütün) alamatlary boýunça jemleýä-ris. Eger-de ýörelge ýapyk göwük 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 sütünininiň aşagyndan alýarys, bolmaly beýgelmäniň jemini bolsa şu aşakdaky ýaly hasapla-ýarys:

$$\sum h_{bolmaly} = 71{,}17 - 70{,}15 = 1{,}02\ m.$$

Onda, tapan bahamyzy, ýalňyşlygy kesgitlemegyň formulasyna goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:

$$f_h = (+0{,}95) - (+1{,}02) = -0{,}07\ m$$

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 ýalňyslygy 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 niwelirlemekde 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 ölçeýjiniň kömegi bilen kesgitlenen çyzyklaryň aralyklary-ny gorizontal ýagdaýa getirmek. Bu işi ýerine ýetirmek maksadynda, ýokarda bellenen, gorizontal kesimiň uzynlygyny kesgitlemegiň formulasyny ulanmak bolar.

2. Stansiýalar bilen piketli nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçlaryny, wert-ikal tegelegiň nul ýerini (NÝ) hasaba almak bilen triganometriki niwelirlemegiň ýapgytlyk burçy kesgitlemegiň formulasyndan peýdalanamak bolar.

3. Stansiýalaryň we piketli nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri triganometri-ki niwelirlemegiň doly däl formulasynyň kömegi bilen kesgitlemek bolar. Ýagny, gural bilen reýkanyň beýikleriniň deň bolan ýagdaýyndaky($i=l$) for-mulasyny ulanmak bolar.

4. Piketli nokatlaryň beýikligini stansiýanyň beýikligi bilen piketli nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň algebraik jemi görnüşinde almak bolar. Ol şu aşakday 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 ölçe-nen bolsa, onda çyzykly ýalňyşlygyň **1:1000-1:1500** otnositel ululykdan geç-mezligi geredir.

8.10. 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 inedördülleriň islendiginiň diagonalyny sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen alyp, şu aralygy beýleki indördülleriň diagonallaryny bilen deňeşdirýäris. Su ýagdaýda olaryň arasyndaky tapawut gurlýan planda **0,2 mm-den** geçmeli däl.

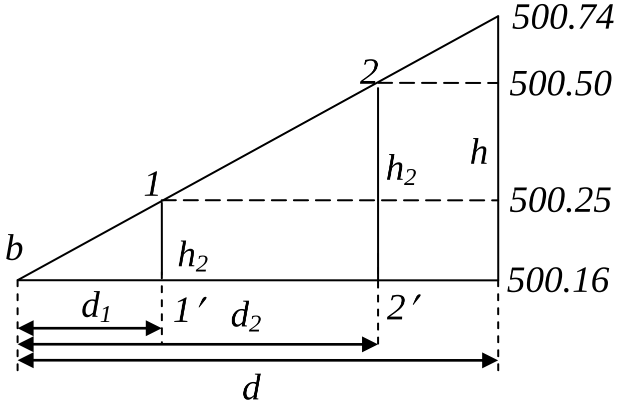
Plany gurmak üçin edil teodolitli surata almagy ýaly geçirilýär: ilki bilen guruljak planyň absissa we ordinata oklary boýunça santimetrdäki bahalaryny kesgitleýäris. Bu işi geçirmegiň esasy sebäbi gurulýan planyň sahypanyň ölçeglerine baglylykda simmetrik ýerleşdirmek maksadynda geçirilýär. Taheometriki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

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 gorizontal kesiminiň uzynlygy bilen deňeşdirilýär. Çyzyklaryň arasyndaky tapawut, gurulýan planyň masştabynda **0,2 mm-e** düş-ýän san bahadan uly bolmaly däldir.

Taheometriki plana ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini geçirmekde teodolitli surata almakda ulanylýan usullary peýdalanmak bolar. Taheometriki planda beýiklik nokatlaryň arasynda gorizontallary geçirmek üçin paletkalary usulyny

peýdalanmak bolar. Gorizontallary geçirmegiň beýleki usullarynyndan peýdalanmak hem bolar.

Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefi plana geçirmekde, tegelek transportirden-taheografdan peýdalanmak has-da amatlydyr. Onuň kömegi bilen nokatlaryň polýar koordinatlary(gorizontal burç we çyzygyň uzynlygy) goýulýar. Şol bir wagtyň özünde, her bir gurlan nokadyň ýanynda surata almak esasynyň beýik-likleri ýazylýar we ýer üstüniň sudurlary we relýefi gorizontallar bilen, surata almagyň abrisiniň esasynda çyzylyp gidilýär. Abrisde haýsy nokatlary bir-birleri bilen birleşdirmelidigi we relýefiň eňnitlikleri görkezilýär.



8.11-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 sözüniň bir görnüşi bolmak bilen, “*croguis*” sözi bolup, “*ýer üstüniň çalt düzülen çyzgysy*” diýen ýaly manyda alynýar. 8.11-nji suratda *a, b, ç* we *d* nokatlar plana düşürilen we beýiklikleri ýazylan diýeliň. 8.11-nji suratda profil ab çyzygy boýlap görke-zilen, aba we *lal′* gönüburçly üçburçlyklaryň meň-zeşliginden aşakdaky deňlemeleri almak bolar:

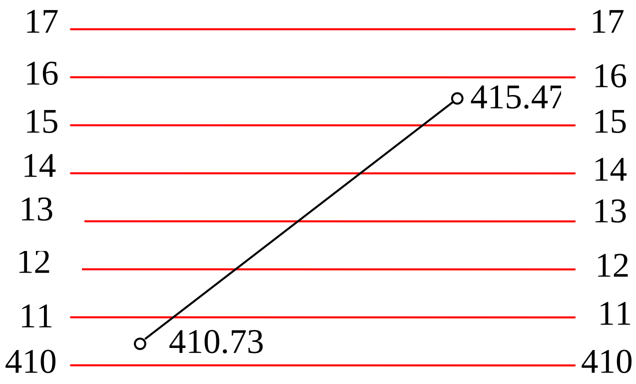
$ll'=h; \; b1'=a1; \; aa'=h; \; ba'=d.$

onda, $\frac{d_1}{d}=\frac{h_1}{h}$ 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 şuňa esaslanyp tapylýar. Meselem, nokarlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň arasyndaky aralyk şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

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

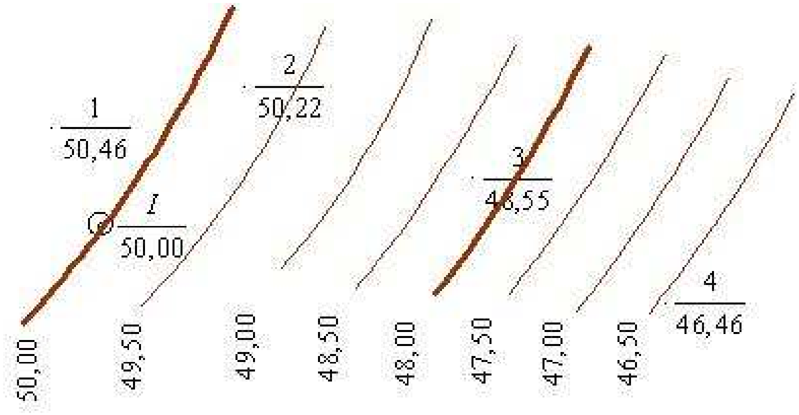
$$d_2 = \frac{2.0sm \cdot (500.50 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 1.17sm;$$



8.12-nji surat.

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 (8.12-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 bilmak bolar. Meselem, relýefiň kesişme beýikliginiň 1 m bolan ýagdaýynda beýiklikleri 411 m, 412 m, 413m, 414 m we 415 m bolan gorizontallar, ýagny 5 sany gorizontaly geçirmek bolar. Onuň üçin

paletka planda, gorizontallaryň geçiriljek nokatlaryň üstünde goýup parallel çyzyklaryň arasynda A we B nokatlaryň beýikligi gabat geler ýaly ýerleşdirýäris. Bu ýagdaýda A nokat 410 m we 411 m gorizontallaryň, B nokat bolsa 415 m we 416 m-li gorizontal çyzyklaryň ortasynda ýatýar. Şu ýadaýda gorizontal çyzyklar, nokatlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny görkezer. 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 (8.13-nji surat).



8.13-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, ösümlik örtügi-ýaşyl we ş.m. tuşlarda, plany gurmagyň degişli görkezmesine laýyklykda çyzylýar.

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 ýygyndysy. 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. Лованов А.Н. Фототопография. М.: Изд-во “Недра”. 1986.

MAZMUNY:

GIRIŞ ………………………………………………………….7
I. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY
1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri ………………………………..16
1.2. Ýer ellipsoidini şar bilen çalyşmak..... 20
1.4. Karta, plan we profil barada düşünje…… …………………..22
1.5. Topografiki kartalaryň masştablary barada düşünje………….26
1.5. Koordinat sistemalary.................................. 31
1.6. Türkmenistanyň geodeziki torlary...34
II. TOPOGRAFIKI PLANLARYŇ WE KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASY
2.1. Ýeriň üstüni kartografiki şekillendirmegiň esasy gurluşy……39
2.2. Topografiki kartalarynyň görnüşleri…......……………….41
2.3. Topografiki kartalarynyň täze görnüşleri...…………………….42
2.4. Topografiki kartalarynyň tapawutlanýan aýratynlyklary…….45
2.5. Topografiki kartalaryň we planlaryň proýeksiýasy…………..46
2.6. Topografiýa kartalary grafalara bölmek ...……………………..52
2.7. Topografiki kartalaryň nomenklaturasy……………………...53
2.8. 1:5000 we ondan uly topografiki kartalaryň (planlaryň) nomenklaturasyny kesgitlemek...61
III. TOPOGRAFIKI KARTALARDAN GEOGRAFIKI OBÝEKTLERI ÖWRENMEK
3.1. Topografiki kartalary öwrenmek we şertli belgiler barada umumy düşünje………………………..53
3.2. Topografiki kartalardan relýefi öwrenmek..............................66
3.3. Ýer üstüniň relýefini topografiki kartada şekillendirmek..........69
3.4. Kartada gidrografiýa tory……………………………………...73
3.5. Kartada ilatly punktlar…………………………………….....75
3.6. Kartada aragatnaşyk ýollary…………………………………...78
3.7. Kartada ösümlik örtügi we topragy……..................…………....83
3.8. Kartada senagat, oba hojalyk we durmuş - medeni desgalary....85
3.9. Kartalarda syýasy we dolandyryş araçäkleri…....……………...87
3.10. Kartada geodeziki punktlar.………...……………………......88
3.11. Şelfiň topografiýa kartasy……………………………………90
IV. TOPOGRAFIKI KARTALAR BILEN IŞLEMEK
4.1 Umumy düşünje…………………………………………..…....92

4.2. Topografiki kartanyň ramkasy, ramkadan daşary berilýän elementler……………………………………………………………94
4.3. Kartadan gorizontal burçlary ölçemek …………………...97
4.4. Kartanyň masştabyny kesgitlemek…………………………..98
4.5. Kartalarda çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek…………………99
4.6. Kartadaky nokadyň geografiýa koordinatlaryny hasaplamak we ony geografiýa koordinatlary boýunça karta geçirmek………...106
4.7. Topografiki kartadan nokadyň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak we olary koordinatlary boýunça karta geçirmek…...109
4.8. Topografiýa kartasynda çyzyklaryň oriýentirleniş burçlaryny kesgitlemek……………………………………………………112
4.9. Topografiýa kartasy boýunça ýer üstüniň profilini gurmak...115
4.10. Kartada çyzygyň burç we ýapgytlyk derejesiniň kesgitlenişi ……………………………………………………118
4.11. Topografiki kartalarda generalizasiýa hadysasy…………..119
4.12. Topografiki kartalary analizlemek…………………………122
V.TOPOGRAFIKI KARTASYNDA SUDURLARYŇ MEÝDANYNY KESGITLEMEK
5.1. Umumy düşünje…………………………………………..…124
5.2. Planyň deformasiýasy we onuň meýdany kesgitlemekde hasaba alnyşy…... 124
5.3. Pletkalar usuly………...…………………………………126
5.4. Grafiki usul……....……………………………………….129
5.5. Meýdany kesgitlemegiň mehaniki usuly……………………131
5.6. Meýnany kesgitlemegiň analitiki usuly….......................... ..138
VI. ELEKTRON SANLY KARTALAR WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI
6.1. Umumy düşünje……...……………………………………142
6.2. Elektron kartalarynyň gurluşy………………………………152
6.3. Elektron kartalarynyň toparlara bölünişi…………………....157
6.4 Geoinformasion sistemasynyň jogap berýän soraglary……....159
6.5 Elektron kartalaryny düzmegiň tapgyrlary.............................159
6.6. Islendik ýükli elektron kartalary düzmeklik…..………….....161
VII. GPS SISTEMASYNYŇ ANALITIKI TORLARY DÖRETMEKDE ULANYLMAGY
7.1. Hemra nawigasion sistemalary barada düşünje…………….164

7.2. Kodly we fazaly ölçegler..167
7.3. Hemraly geodeziki ölçegleriň ýagdaýy we usullary................172
7.4. Hemraly ölçegleriň ýalňyşlygy..175
VIII. ÝER ÜSTÜNIŇ TOPOGRAFIKI PLANYNY GURMAK
8.1. Ýagtylyk uzagölçeýjileri………………………….……....180
8.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje….........………..182
8.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we
enjamlar...183
8.4. Trigonometriki niwelirlemek……....………………….....189
8.5. Elektron taheometrler..195
8.6. Skaner surata almagy……….…………………………..198
8.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler..….200
8.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak..…………205
8.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri…..…………...208
8.10. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak.....................214
EDEBIÝATLAR..…………………………………………...218