

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN  
DÖWLET UNIWERSITETI**

**MYRAT ALLAKOW**

# **MATEMATIKI KARTOGRAFIÝA**



**AŞGABAT - 2010**

**Matematiki kartografiýa** kitabynda kartalar boýunça dürli meseleleri (Ýeriň formasy we ölçegleri, döwlet geodeziki torlary, masştab we onuň görnüşleri, silindrik, konus we azimutal proyeksiýalary barada umumy düşüňjeler, dürli proyeksiýalarda emele gelýän ýoýulmalar we olaryň kartalary düzmekde hasaba alnyşy, kartografiki proyeksiýalary dürli görnüşleriniň sebitleriň kartalaryny düzmekde ulanylyşy, 1:2500000 we 1:1000000 masştably halkara proyeksiýalary we olaryň topografiki kartalary düzmekde ulanylyşy, kartalary grafalar bölmek we olaryň nomanklaturasyny kesgitlemek) çözmek üçin teoretiki we amaly düşüňjeler berilýär.

Okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň kartografiýa hünäriň talyplary üçin okuw kitaby, emma geografiýa, ekologiýa we meteorologiýa hünärleriň talyplary, şeýle-de kartalary düzmek bilen meşgullanýan inžener-tehnikler üçin niýetlenilýär.

## GIRIŞ

### 1. Matematiki kartografiýa ylmy barada umumy düşünje

Kartalaryň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ylmy we amaly häsiýetli meseleleri çözmekde, şeýle-de informasiýalaryň çeşmesi, oňat ýol görkeziji we öwretmegiň serişdesi hökmünde ulanylmagy kartalary döretmek, wajyp döwlet meseleleri hasaplamak bolar.

Köplenç kartalary ulanmak, olar boýunça dürli görnüşli ölçegleri geçirmegi göz önünde tutýar. Onuň netijesinde dürli görnüşli ylmy we önümçilik soraglaryny çözmek üçin gerek bolan wajyp häsiýetnamalary almak bolar.

Kartalardan ölçegleri geçirmek matematiki kartografiýa dersini gönüden – göni bilen baglanyşdyrýar.

Matematiki element – bu kartalary düzmekde ýa-da ulanmakda peýdalanylýan elementler hasaplanylýar. Kartalaryň matematiki esasy kartalaşdyrylýan hakyky (Ýer üstündäki) obýektleriň modeli bilen kartanyň arasynda kesgitlenen giňişlik ýa-da wagtly arabaglanyşygyny goýýar.

**Matematiki kartografiýa** – bu Ýeriň, Aýyň, planetalaryň we ýyldyzlar asmanynyň tekizlikde dürli görnüşli kartalary düzmek maksady bilen matematiki şekillendirmegini öwredýän ylymdyr. Şeýle-de düzülen kartografiki önümleriň esasynda kartografiýa, geodeziýa, astronomiýa, nawigasiýa we ylmyň beýleki pudaklary we ýurduň goranmak meselelerini çözmek boýunça teoretiki we praktiki meseleleri çözmegi öwredýän ylymdyr.

Matematiki kartografiýa predmetiniň öwrenilmegi kartalaryň matematiki esasyňy özleşdirmek bilen baglanyşyklydyr. Matematiki esasy proyektirmek, kartalary düzmek prosessiniň ilkinji başgançagy hasaplanylýar. Bu meseleleri çözmekde kartalaşdyrylýan üstäki we tekizlikdäki nokatlaryň arasyndaky koordinatlaryň kesgitlenenen matematiki arabaglanyşyklaryny goýmak, şol ýa-da başga bir kartografiki proyeksiýalary saýlamak we degişli kartografiki tory (köplenç meridianlar we paralleller) gurmak, masştablara degişli soraglary çözmek, olardan ölçemek, kartalaryň

komponowkasyny kesgitlemegiň geometriki aspektine, olaryň grafalara bölünişine we nomenklaturasyna degişli meseleleri çözmäge esaslanýar.

Matematiki kartografiýanyň çözüýän meseleleri bolup aşakdakylar durýar:

- kartografiki proyeksiýalary öwrenmek, olaryň gurluşlary, özara arabaglanyşygy we praktikada ulanmagyň maksada laýyklygy;

- bar bolan kartografiki proyeksiýalary sanly kartalary döretmek maksady bilen kämilleşdirmek we täze görnüşlerini (ylmyň we önümçüligiň talaplarynyna laýyk gelýän) döretmek;

- täze kartografiki proyeksiýalary barlamagyň usullaryny kämilleşdirmek;

- kartanyň täze elementlerini işlemek (köp sahypaly kartalary üçin gerek bolan ramkasyny, grafalara bölmegini we nomanklaturasyny);

- karta boýunça ölçeg geçirmegiň usullaryny we serişdelerini öwrenmek (kartografiki tory ulanmak bilen);

- kartalary düzmek bilen baglanyşykly ýüze çykan matematiki häsiýetli meseleri çözmek (meselem, kartografiki proyeksiýanyň transformirlenmegi, karta boýunça işlemegi ýenilleşdirýän tehniki serişdeleri işlemek) ýalylyr durýar.

Matematiki kartografiýanyň döremeginiň ilkinji gözbaşy, biziň eramyzdan öňki ikimüňünji ýyllaryna alyp gidýär. Ýagny grek alymlary ilkinjiler bolup Ýeriň üstüni we asman ýyldyzlaryny matematiki prinsiplerde şekillendirmäge girişýärler. Olar ilkinjiler bolup meridianlardan we parallellerden ybarat bolan torlary kartalary düzmekde ulanyp başlaýarlar. Kartografiýanyň ösmeginde **Anaksimandryň, Eratosfeniň, Appoloniýanyň, Gipparhyň, Ptolomeýiň** bitiren işleri diýseň uludyr,

Matematiki kartografiýanyň özbaşdak ylym hökmünde ösmeginde musulman alymlarynyň bitiren işleri diýseň uludyr. Musulman alymlary grek - ýunan, siriýa, hindi we beýleki alymlaryň işleriniň ählisini arap diline terjime edýärler. Olara dürli görnüşli kamentariýalary berýärler. Matematiki kartografiýa ylmynyň ösmegi üçin **Muhammet Musa al-Horezmi, Ahmet al-Merwezi, Abus Wafa al-Buzjany, Namid al-Hojendi, Abu Nasr ibn Yrak, Abu**

**Reýhan al-Biruny, Piri Reýis ibn Hojamuhammet, Hoja Ahmet** ýalylar özleriniň önjeýli goşantlaryny goşýarlar.

## **2. Matematiki kartografiýa ylmynyň gysgaça ösüş taryhy**

Matematiki kartografiýanyň esasy (baş) bölegi bolup kartografiki proyeksiýalaryň teoriýasy durýar. Kartografiki proyeksiýalary döretmek gadym eýýamlardan öz gözbaşyny alyp gaýdýar. Bu bolsa ýeriň şar şekilli formasynyň bardygyny dogrusyndaky pikirleri ýöretmäge esas dýöredýär. Bu teoriýanyň döremegine gadymy grek alymlary öz saldamly goşantlaryny goşupdyrlar. Gadymy grek akyldary Fales Miletli (b.e.öňki 625 – 547 ýý.) asman ýyldyzlarynyň kartalaryny düzmekde gnomoniki proyeksiýalary ulanýar. Eratosfen Kirenaly (b.e.öňki 276-194 ýý.) greklere şol döwürde belli bolan gury ýeri şekillendirmek üçin deň aralyk silindrik proyeksiýany ulanypdyr. Öz döwrüniň belli matematigi we astronomy Apolloniýa Perglä ( b.e.öňki 260-170 ýý.) ortografiki proyeksiýa tanyş bolupdyr. Görnükli grek astronomy Gipparh (b.e.öňki 160-125 ýý.) ortografiki we stereografiki proyeksiýalary ulanýar we geografiki koordinatlary dünýäde ilkinji bolup esaslandyrýar. Şeýle-de ol islendik görnüşli takyk kartalary kartalary gurmak üçin geografiki koordinatlary ölçenen daýanç punktlary gurmak zerurdygyny görkezýär.

Gadymy gerek alymy Eratosfen b. e. öňki III-II asyrlarda ýaşapdyr. Ol diňe ýeriň töwregini ölçänligi bilen tanalman, “*meridian*” we “*parallel*” diýen düşüňjeleri ilkinji bolup kartografiýa önümçiligine girizendigi bilen hem meşhurdyr. Ol meridianlaryň we parallelleriň toruny gurupdyr, oňa ýeriň ýaşalýan ýerleriniň kartasyny geçiripdir. Meridianlar we paralleller bu kartada kesgitli aralyklardan geçirilmän, şol wagtlarda belli bolan ilatly ýerleriň üstünden gezirilipdir. Meselem, Aleksandriýa (Aleksandriýa meridiany), Karfagen (Karfagen meridiany) we ş. m. Şeýle hem parallelleri erkin aralyklardan geçiripdir.

Elbet-de, şu torlar arkaly geografiki obýektleriň koordinatlaryny we ýerleşen ýerlerini kesgitläp bolmaz. Emma meridianlaryň we parallelleriň tory, Eratosfene belli bolan aralyklary

hasaba almak bilen materikleriň sudurlaryny, dag gişlerini, derýalary we köp ilatly ýerleri belgilemäge mümkinçilik beripdir.

Ol özüniň beýleki kartalaryndan tapawutlylykda, Ýeriň ýaşalýan bölegi, az ösen kenarly, süýnýän adalar görnüşinde göz önüne getirilipdir. Eratosfen Ýeri gysga örtüğe meňzeş hasaplamak bilen, onda dürli geografiki obýektleri takygrak we meňzeş görkezip bilipdir. Eratosfeniň kartasy Ýeriň togolok şekillidigini hasaba alýan ilkinji kartadyr. Bu kartany biziň eramyzdan öňki, I asyra zenli ulanypdyrlar. Ol şol döwrüň kartalary bilen deňeşdirende, uly desga hökmünde ýalňyş suratlandyрма diýip kabul edipdirler. Eger-de biz şu karta oňat seretsek, Hazar deňzi bilen Demirgazyk ummany, belli bolmadyk ýollar bilen birleşdirýän aýlawy göreris.

Strabon (Strabon) biziň eramyzdan öňki 64/63-nji we eramyzyn 23/24-nji ýyllarynda ýaşan gadymy grek geograf we taryhcy alymdyr. Ol Kiçi Aziýada Amasiýa (Liwiýada ýerleşen şäher) şäherinde dogulýar. Görnükli alym Gresiýa, Kiçi Aziýa, Italiýa we Müsüre syýahat edýar.

Strabon “Geografiýa” (Geografica) atly işi, belli bolan antiki geografiýanyň bilimlerini umumylaşdyryp özünde jemleýär. Bu bolsa antiki geografiýa ylmyny jemleýji eserdir. Eserde Hazar deňziniň kenar ýakasy, onuň kenarynda ýaşayan halklar dogrusynda hem käbir gymmatly taryhy maglumatlary getirýär.

Biziň eramyzyn II asyrynda görnükli grek alymy **Klawdiý Ptolomeý** tarapyndan “**Geografiýa**” atly kapital iş ýazylýar. Bu iş öz içine kartalary döretmegiň usullaryna ýazgy berýan we Ýeriň ölçeglerini kesgitlemäge, şeýle-de kartografiki proyeksiýalary gurmaga degişli gymmatly maglumatlar berilýar.

Klawdiý Ptolomeýiň “Geografiýa” eserine dolulykda komentariý beren Gündogary beýik alymy Muhammet Musa al-Horezmi özüniň “**Ýeriň surat kitaby**” diýen eserini ýazýar. Ol Ptolomeýiň “**Geografiýasyny**” has-da giňeldýär we öz hususy gözegçilikleriniň netijesine daýanmak bilen giňeldýar. Muhammet Musa al-Horezmi öz işinde 2402 sany geografiki obýektleriň düzedilen, şonuň bilen birlikde 489 ilatly punktyň geografiki koordinatlaryny getirýär. Klawdiý Ptolomeýiň “Geografiýa” işindäki

berilýän koordinatlara düzedişlari girizýär. Hazar deňzini meridianlaryň ugry boýunça  $7^{\circ}20'$  süýndirýär.

Görnükli grek astronomy, astrology, matematigi, geografiýa we fizigi (optigi) Klawdiý Ptolomeý(Ptolemaios, Klaudios) Müsürde Ptolomedada, biziň eramyzyň I asyrynyň ahyrlarynda dogulýar we 178-nji ýylda (käbir maglumatlara görä 147-nji ýylda) aradan çykýar. Ol gadymy grek alymlarynyň arasynda iň görnükli hasaplanylýar.

Geografiýa ylmynyň taryhynda Klawdiý Ptolomeýiň “Geografiýasy (Geographike hyphegesis)” has wajyp poly oýnapdyr. Bu eser jemi sekiz kitapdan ybarat bolýar we XV-XVI asyrlara çenli ýokary we orta okuw mekdeplerinde has giňden okuw kitaplary hökmünde ulanylypdyr.

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

Musa al-Horezminiň durmuş ýoly barada hiç hili maglumat ýok diýen ýalydyr. Biziň döwrümize beýik alymyň doglan günü hakynda hem belli maglumat gelip ýetmändir. Alymyň diňe VIII asyryň ahyrlarynda eneden doglandygy barada maglumatlar bar. Musa al-Horezminiň doglan ýylyny şertli 783-nji ýyl diýip almak kabul edilýär. Onuň aradan çykan ýyly bolsa 850-nji ýyl (käbir ylmy maglumatlarda 848-nji ýyl) hasaplanylýar.

Abu Reýhan Muhammet ibn Ahmet Biruny 973-nji ýylyň Ruhnama aýynyň 4-nde Sogap günü eneden dogulýar. Onuň doglan ýeri Horezmiň merkezi Kät şäheridir. Horezmda şol döwürlerde gadymy Yrakiler dinastiýasy hökümdarlyk edipdir.

1048-nji ýylyň dekabir aýynyň 11-nde daqdan ir bilen Abu Reýhan al-Birunyň ýagdaýy erbetleşip başlaýar. Ol ýanyna Abul Fazl al-Sarahsny çagyryýar we dessine gyssagly Abu Hamidi getirmegi haýyş edýär.

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

Matematiki kartaografiýa ylmynyň ösmeginde Abu Reýhan al-Birunyň bitiren işleri diýseň uludyr. Ol ilkinji bolup globulýar şar

şekilli proyeksiyalary kartalary düzmekde ulanmagy teklipe edýär we ulanýar.

Abu Reýhan al-Biruny özüniň “Matematiki kartografiýa” ylmyna degişli bolan “Ýyldyzlary tekizlige teswirlemek we sferany tekizlikde şekillendirmek” işini ýazýar. Beýik alym bu işini kartografiki proyeksiyalaryna bagyşlaýar. Bu iş dünýäniň alymlary tarapyndan birnäçe dillerine (nemes, rus, özbek we ş.m. dilerine) terjime edilýär.

Bu kitap jemi 6 sany bölümden ybarat:

1. Ýyldyz asmanyny we Ýeriň üstüni tekizlikde şekillendirmek maksady bilen sferany proyektirmek mysalynyň wajyplygy;

2. “Raspalstan” astrolýabiýasynda Ahmet al-Ferganynyň we Ahmet al-Merweziniň usullary bilen proyektirmek barada;

3. Birunynyň hödürlän silindrik proyeksiýasy barada;

4. Sfera kagyzy galtaşdyrmagyň kömegi bilen as-Sufynyň sferasyny tekizlige geçirilmegi we onuň egrelmegi. Tekizligi sfera takyk goýmagyň mümkin dälligi barada;

5. Birunynyň hödür eden globulýar proyeksiýasy barada. Onda meridian ýarym sfera bilen çäklenýär. Tegelek görnüşinde, meridian bolsa oňa perpendikulýar şekillendirilýär. Emma ekwator – tegelegiň diametrine wertikal we gorizonta ýerleşýär;

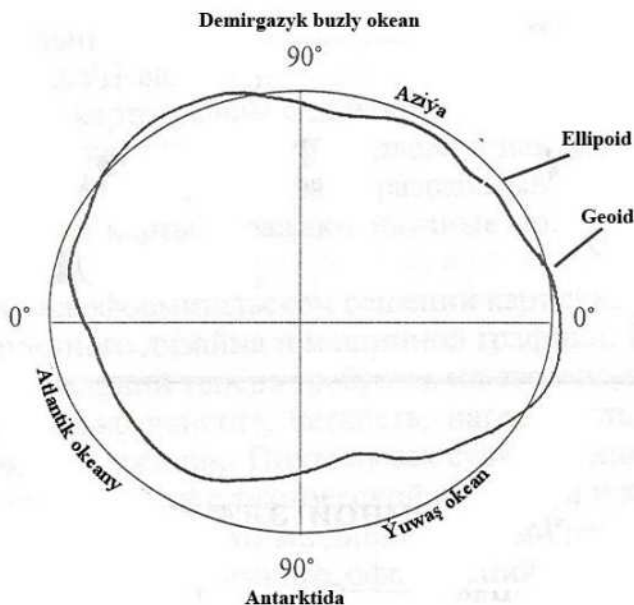
6. Sferany tekizlige proyektirmek beýleki usullary barada maglumatlar berilýär.



# I. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY

## 1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri

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



1.1-nji surat. Geoid bilen Ýer ellipsoidiniň meridional kesişmesi

Ýer ellipsoidiniň elementlerini köp ýurtlaryň alymlary dürli ölçegleriň netijesinde hasaplapdyrlar. Türkmenistanyň territoriýasy üçin geodeziki, topografiki, kartografiki we beýleki işler üçin görnükli rus alymy **F. N. Krasowskiniň referens - ellipsoidi**

alnandyr (1.2-nji surat). F. N. Krasowskiniň ellipsoidi demirgazyk ýarym şaryň çäginde geoidiň üstüne has ýakyndyr we tapawut 40 m-den geçmeýär.

F. N. Krasowskiniň ellipsoidinde Ýeriň ölçegleri

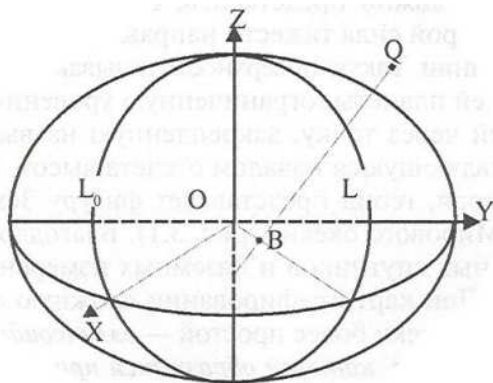
*uly ýarym oky*  $a = 6378245 \text{ m};$

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

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

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

Kartalary, gös-göni ýerde surata almak bilen we surata alnan maglumatlardan peýdalanyň düzmek bolar. Muňa käbir ýöriteleşdirilen (tematik) kartalar degişli dälär, 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<sub>0</sub> – 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, $\alpha$
Delambr	1800	6375653	1:334
Balbek	1819	6376896	1:303
Eñri	1830	6377563.396	1:299.3249646
Eweresta	1830	6377276.345	1:300.8017
Bessel	1841	6377397	1:299.15
Klark	1866	6378206	1:294.98
Klark	1880	6378249	1:293.46
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 ulý 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 ulý 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 ( $\alpha$ ) bellemek bolar. Olardan başga-da hasaplamada kiçi polýar ýarym oky ( $b$ ) we meridianal ellipsiniň birinji eksentriteti ( $e$ ) hem ulanylýar. Bu parametrleriň bir-birleri bilen arabaglanyşygy aşakdaky ýaly berolýar:

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

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

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

1.2-nji tablisa

**Ýer ellipsoidleriniň esasy parametrleri**

Parametr- leri	Ellipsoidler		
	WGS-84	ПЗ-90	F. N. Krasowskiý
$a$	6378137	6378136	6378245
$b$	6356752.314	6356751.362	6356863.019
$\alpha$	1:298.257223563	1:289.257839303	1:298.3
$e^2$	0.006694379990	0.006694366193	0.006693421623
Meýdany, mln km <sup>2</sup>	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 ( $\varphi$ ) we uzaklyga ( $\lambda$ ) geçmek gereke. Şaryň üstündäki normal onuň radiusy bilen gabat gelýär. Şonuň üçin hem sferiki giňlik we uzaklyk aşakdaky ýaly kesgitlenilýär: ýagny, **giňlik** ( $\varphi$ ) - bu berlen nokada ugrukdyrylan şaryň radiusy bilen ekwatoryň tekizliginiň arasynda emele gelen merkezi burçdyr; **uzaklyk** ( $\lambda$ ) – 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  $6371 \text{ km-e}$  deňdir. Şular ýaly radiusly şar ölçegleri, üstüniň meýdany we göwrümi boýunça Ýer ellipsoidine örän ýakyndyr. Bu şarda ekwator bilen polýusyň meridianlarynyň dugasynyň tapawudy  $5.5 \text{ km}$  ( $0.05 \%$ ) uzynrakdyr, emma ekwatoryň dörtdeň bir bölegi  $11.2 \text{ km}$  ( $0.1 \%$ ) bolup, ol ellipsoidden gysgarakdyr. Ýer ellipsoidi bilen şaryň

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

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

**Deňburçly** suratlandyrmak, haçan-da ellipsoidiň üstündäki burçy üýtgeşsiz şaryň üstüne geçirilse alynýar. Bu ýerde tükeniksiz kiçi konturlaryň formasy saklanylýar. Şaryň radiusy uly ýarym okuň ( $a$ ) uzynlygyna deňleşdirilýär. Bu ýerde giňlik ( $\varphi$ ) 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  $45^\circ$ -lyk parallel bolup, onuň bahasy  $11'32.23''$  bolýar. Bu bolsa şaryň üstünde bu parallel ellipsoidiň üstü bilen deňeşdirende ekwatora tarap takmynan  $21.4 \text{ km}$  süýşýändigini aňladýar.

**Deňululykly** proyeksiýalarda ellipsoidiň üstüni suratlandyrmakda tükenüksiz kiçi konturyň meýdany üýtgedilmän berilýär. Radiusy şaryň üstündäki konturyň meýdany bilen ellipsoidiň üstündäki meýdanlaryň deň bolan şertlerinde hasaplanylýar. **F. N. Krasowskiniň** ellipsoidinde şular ýaly şaryň radiusy  $6371.116 \text{ km}$ -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  $45^\circ$ -lyk parallelde

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

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

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

Bu ýerde  $S_M$  - meridianyň dugasynyň uzynlygy.

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

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

**Paralleleriň we meridianlaryň dugalary.** Sferada parallel töweregiň dugasy hasaplanylýar. Onuň radiusy ( $r$ ) giňlige bagly bolup, ol aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$r = R \cdot \cos \varphi.$$

Bu ýerde  $r$  – töweregiň radiusy;  $R$  – şaryň radiusyna deň bolan meridianlaryň töweregiň dugasy;  $\varphi$  - meridianyň we paralleliň arasyndaky radianda aňladylan burç.

Geografiki uzaklyklary  $\lambda_1$  we  $\lambda_2$  bolan iki nokadyň arasyndaky paralleliň dugasynyň uzynlygy ( $s$ ) aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Uzaklyklaryň tapawudy radianda aňladylýar.

Meridianlar hem töweregiň dugasy bolup, radiusy ( $R$ ) şaryň radiusyna deňdir. Ekwator bilen radianda aňladylan giňlikli ( $\varphi$ ) paralleliň arasyndaky meridianyň dugasynyň uzynlygy ( $S$ ) üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$S = R \cdot \varphi.$$

**Sferiki trapesiýanyň meýdany.** Matematiki kartografiýada deň ululykly proyeksiýalary gurmakda sferiki üçburçluklaryň meýdany ulanylýar. Ol bolsa öz gezeginde şaryň üstünde ekwator we berlen giňlikli ( $\varphi$ ) parallel, şeýle-de iki meridian bilen çäklendirilýär. Uzaklyklaryň tapawudy bir radiana deň bolýar. Bu meýdanyň bahasy aşakdaky formula boýunça hasaplanyp çykarylýar:

$$P = R^2 \cdot \sin \varphi.$$

Şar modeli örän ýönekeý we wajyp amaly ähmiýete eýedir. Bu model Ýeriň üstüni kiçi masştably kartalaşdyrmakda ulanmak amatlydyr. Şeýle-de, bu model aralyk üstleriň kartalaryny düzmekde hem üstünlikli ulanylýar. Bu ýerde aralyk üst hökmünde kartografiki proyeksiýany düzmekde, ilki bilen “iki gezek proyektirlemek” ýoly bilen ellipsoidiň üsti alynýar. Sferanyň üsti has çylşyrymly formalý jisimleriň üstüni kartalaşdyrmakda hem alynýar.

### 1.3. 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 koordinatlar sistemasy** – bu global meseleri çözmek we kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar. Olardan Ýeriň formasyny, daşky grwitasion meýdanyny, şeýle-de Ýeriň polýuslarynyň wagta görä üýtgemegini, Ýeriň öz okunyň daşyndan deňdäl aýlanmagyny, Ýeriň grafitasion meýdanyny kesgitlemek we kosmos aparatlaryny dolandyrmakda ulanylýar. Şu maksatlar üçin



planetanyň modeli – ellipsoid döredilýär. Ýer ellipsoidi özüniň ölçeglerini (parametrini), massasyny, aýlanmagyň burç tizligini we ş.m. ýeriň parametrlerine has ýakyn bolan **fundamental parametrlerini** alýar. Modeliň töwregindäki grawitasion meýdany we onuň üstündäki 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 wagtyňa 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 (fikisrlen) 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 punktларыň toplumu bolup, olaryň ýagdaýy geodeziki ölçegleriň netijesinde ýeke-täk koordinatlar sistemasynda kesgitlenilýär.

Her bir punkt ýeriň üstünde ýa-da kosmos apparatynda berkidilýär. Olar tekizlikde **X** we **Y** koordinatlary, emma beýikligi **Z** alýar. Bu ululyklary ellipsoidiň üstünde ýagdaýyny kesgitleýän

giňligini (**B**) we uzaklygyny (**L**) hem-de ellipsoidiň üstünden beýikligini (**H**) hasaplamak mümkin. Ellipsoidi kartanyň tekizliginde käbir proyeksiýada şekillendirmek we punktlar üsin tekiz görnüşli 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 Rotation Service*) ýokary takykly ölçegleriň netijesinde umumyýer koordintalar sistemasy **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) döredilýär we **GRS-80** ellipsoidi ulanylýar. Bu sistema Ýeriň üstünde **ITRF** (*International Terrestrial Refence Frame*) punktlaryň tory bilen üpjün edilendir. **ITRF** sistemasynyň yüzlerce 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 dăp-dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen territoriýada islendik topografo-geodeziki işleriniň oňaýly geçirilmek şertlerine hem bagly. Referens-ellipsoidi Ýer gabygynda (jisiminde) **berlen geodeziki senä** baglylykda oriýentirlenilýär. Ýagny referens-ellipsoidiň parametrleri giňlik we uzaklyk, olaryň arasyndaky arabaglanyşyk berlen punktda astronomiki koordinatlaryň esasynda goýulýar.

Köp ýurtlar regional referens koordinatlar sistemasyny döretmekde umumyýer sistemasynyň parametrlerini ulanjak bolup çalyşýarlar. Meselem, Demirgazyk 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 ählisi özleriniň regional beýiklik sistemasynyň başlangyç hasaplaryny alýarlar.

#### 1.4. Türkmenistanyň geodeziki torlary

Türkmenistanyň koordinatlar sistemasy Döwlet geodeziki torlary (DGT) görnüşinde berilýar. Kesgitlenilýän nokadyň ýagdaýyny giňişlik göznüburçly koordinatlar ýa-da giňlik, uzaklyk

we beýiklik görnüşinde referens – ellipsoidine degişlilikde, şeýle-de tekiz gönüburçly koordinatlar we beýiklik görnüşinde anyklamak mümkin.

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

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

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

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

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

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

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

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

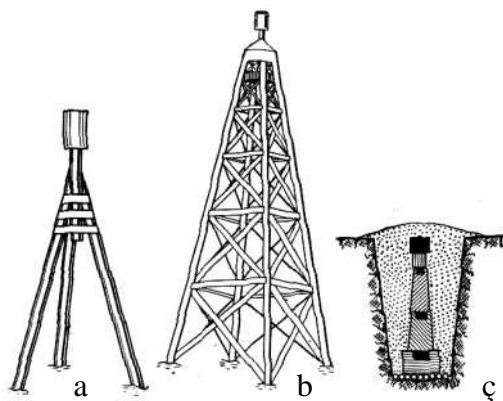
- *triangulýasiýa*, haçanda her bir punktda goňşy punkta tarap ugruň gorizonta burçlary we punktlaryň arasyndaky aralyklar ölçenilýär;

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

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

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

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

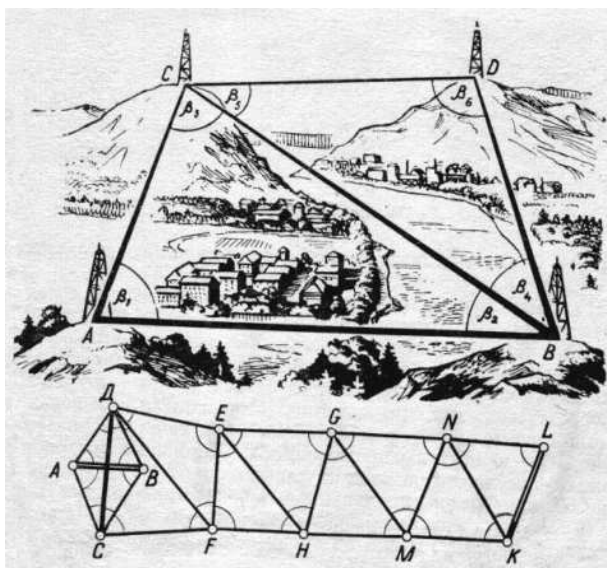


1.3-nji surat. Geodeziki bellik: a – ýönekeý piramida; b – çylşyrymly piramida; ç – bellikleriň ýer aşagydaki gurluşy.

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

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

I klasly tor zwenolardan ybarat bolýar. Zwenolar artykmaç meridianlar we parallelleriň ugruna tarap alynýar we üçburçluklaryň hatary ýa-da poligonometriýa ýörelgesi görnüşinde bolýar. Ortaça zwenonyň uzynlygy takmynan 200 km çäklerde, emma poligonyň perimetri, takmynan 800 km-e deňdir. Poligonyň depelerinde zwenolaryň birleşýän ýerlerinde üçburçluklaryň bazis çyzygyň uzynlygy we ahyrynda astronomiki giňlik, uzaklyk we azimut ýokary takyklyk bilen ölçenilýär. Zwenolarda goňşy punktlaryň arasyndaky aralyk 20 km-den az bolmazlyk şert bilen alynýar. Türkmenistanyň territoriýasynda XX asyryň 70-nji ýyllarynda I klasly geodeziki torlar bilen doly ýapyldy (1.3-nji surat).



1.4-nji surat. Triangulýasiýanyň çyzlyşy (shemasy).

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

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

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

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

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

### 2.1. Umumy düşünje

Kartografiýa ylmy geodeziýadan ilki bilen kartalaşdyrylýan jisimiň matematiki modeli baradaky berlenleri alýar. Bu jisimleriň formasyny we ölçeglerini häsiýetlendirýän parametrler, proyeksiýalary gurmak we kartalary düzmek bilen baglanyşykly paralleleriň dugasynyň uzynlygyny, meridianlaryň dugasynyň uzynlygyny, trapesiýanyň meýdanyny we gerek bolan hasaplamalary ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär. Bu ýerde geodeziki koordinatlar sistemasy hem ulanylýar. Geodeziki toruň punktlary wajyp baha 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.

Matematiki element – bu kartalary düzmekde ýa-da ulanmakda peýdalanylýan elementlerdir. Kartalaryň matematiki esasy kartalaşdyrylýan hakyky obýektleriň modeli bilen kartanyň arasynda kesgitlenen giňişlik ýa-da wagtly arabaglanyşygy goýýar.

Kartalaryň matematiki elementlerine: *onuň masştaby, kartografiki proyeksiýa, kartografiki tor, koordinat torlary* (eger-de, ol gurulýan bolsa), *kartalaryň ramkasy, gönüburçly koordinatlar sistemasynyň haýsy bilen bolsa bir ukunyň ugruna oriýentirlenýän adaty proyeksiýanyň orta meridiany* degişlidir. Şeýle-de, kartanyň matematiki elementlerine daýanç (direg) nokatlaryny hem goşmak mümkin. Bu nokatlaryň koordinatlary belli ýa-da karta we ýeriň üstünde kesgitlenilip bolýan bolmalydyr. Daýanç nokatlary hökmünde geodeziki punktlar, şeýle-de kartada çalt we ýeňillik bileb kesgitlenilýän noktlar bolmalydyr. Meselem, ýollaryň çatrygy, kenar ýakanyň häsiýetli egrelýän ýerleri, adalar, köller we beýlekiler bolup biler. Kartada daýanç nokatlary toplumy şekillendirilýär ýeriň üsti bilen kartada şekillendirilýän şol ýeriň matematiki kesgitlenen arabaglanyşygy goýmaga mümkinçilik berýär.



## 2.2. Masştab we onuň görnüşleri

Kartany düzmek üçin berlen ýeriň üstüni birnäçe esse kiçeldýärler, kiçeltmek suratlandyrylýan ýeriň meýdanyna baglydyr. Berlen Ýeriň näçe esse kiçeldilýändigini görkezýän derejä masştab diýilýär. Başgaça aýdylanda, masştab kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň ýerdäki şol çyzygyň gorizental kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. “**Masştab**” gelip çykyşy boýunça nemes sözi bolup, türkmen diline “**ölçeg taýajygy**” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Masştab esasan üç hili görnüşlerde bolýar:

**1. Sanly masştab.** Bu ýeriň uniwersal we köp duş galýan masştabynyň görnüşidir. Ol drob görnüşinde aňladylyp, sanawjyda bir maýdalawjyda bolsa kiçeldiş derejesini görkezýän san ýazylýar. Kartalarda sanly masştablar şu aşadaky ýaly görnüşlerde bolýarlar: 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000 we ş. m. (2.1-njy tablisa).

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

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

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

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

**Topografik kartalaryň we planlaryň masştablary**

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

Masştab kartadaky berilýän elementleriň takyklygyny kesgitleýär. Masştabyň kiçelmeği bilen kartanyň ulaldyş koeffisiýenti hem kiçelýär, onda berilýän obýektleriň toplumy azalýar, ýa-da tersine, masştab näçe ulalsa, onda berilýän obýektleriň sany şonça-da köpeliýär. Olaryň takyklygy artýar.

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

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

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

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

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

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

**Parallelleriň we meridianlaryň dugalary.** Sferada parallel töweregiň dugasy hasaplanylýar. Onuň radiusy ( $r$ ) giňlige bagly bolup, ol aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$r = R \cdot \cos \varphi.$$

Bu ýerde  $r$  – töweregiň radiusy;  $R$  – şaryň radiusyna deň bolan meridianlaryň töweregiň dugasy;  $\varphi$  – meridianyň we paralleliň arasyndaky radianda aňladylan burç.

Geografiki uzaklyklary  $\lambda_1$  we  $\lambda_2$  bolan iki nokadyň arasyndaky paralleliň dugasynyň uzynlygy ( $s$ ) aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$s = r (\lambda_2 - \lambda_1).$$

Uzaklyklaryň tapawudy radianda aňladylýar.

Meridianlar hem töweregiň dugasy bolup, radiusy ( $R$ ) şaryň radiusyna deňdir. Ekwator bilen radianda aňladylan giňlikli ( $\varphi$ ) paralleliň arasyndaky meridianyň dugasynyň uzynlygy ( $S$ ) üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$S = R \cdot \varphi.$$

**Sferiki trapesiýanyň meýdany.** Matematiki kartografiýada deň ululykly proyeksiýalary gurmakda sferiki üçburçluklaryň meýdany ulanylýar. Ol bolsa öz gezeginde şaryň üstünde ekwator we berlen giňlikli ( $\varphi$ ) parallel, şeýle-de iki meridian bilen çäklendirilýär. Uzaklyklaryň tapawudy bir radiana deň bolýar. Bu meýdanyň bahasy aşakdaky formula boýunça hasaplanyp çykarylýar:

$$P = R^2 \cdot \sin \varphi.$$

Şar modeli örän ýönekeý we wajyp amaly ähmiýete eýedir. Bu model Ýeriň üstüni kiçi masştably kartalaşdyrmakda ulanmak amatlydyr. Şeýle-de, bu model aralyk üstleriň kartalaryny düzmekde hem üstünlikli ulanylýar. Bu ýerde aralyk üst hökmünde kartografiki proyeksiýany düzmekde, ilki bilen “iki gezek proyektirlemek” ýoly bilen ellipsoidiň üsti alynýar. Sferanyň üsti has çylşyrymly formaly jisimleriň üstüni kartalaşdyrmakda hem alynýar.

### 2.3. Kartografiki proyeksiýalar

Geografiki kartanyň matematiki esasyna kartografik proyeksiýa, kartanyň masştaby, onuň çarçuwasy (ramkasy), nomankleturasy hem-de döwlet geodezik daýanç torlary degişlidir.

Kartografiýa proyeksiýasy elementinde şekillendirilýän ýeriň çäginı haýsy proyeksiýada ýoýulmasyz şekillendirmek amatlylygy, hasaplama işlerini geçirmek üçin takyklyk, kartada gözyetimliligi artdyrmak ýaly meseleleri öz içine alýar.

**Kartografiki proyeksiýa**-bu tekizlikde Ýer ellipsoidiniň üstüni, kesgitlenen matematiki suratlandyrylmagydyr. Şeýle hem kartografiýa-laşdyrylýan desgalaryň ýagdaýy we meňzeşligi,

meridianlaryň we paral-lelleriň tory kartografik proyeksiýanyň üsti bilen berilýär. Kartografik proyeksiýalary kesgitleýän kanunlar, olaryň deňlemeleri, grafik gurmagyň görkezmeleri, koordinatlar tablisalary we başga usullar bilen aňladylyp bilner.

**Kartografik proyeksiýanyň deňlemesi**-bu iki sany deňleme bolup, olar kartadaky we ýerdäki şol nokatlaryň ellipsoidiň ýa-da şaryň üstündäki arabaglanyşygy kesgitleýär.

**Koordinat torlary**-bu kartografik, gönüburçly, kilometrli we başga torlardyr. *Kartografik torlar*-bu meridianlaryň we parallelleriň torudyr. *Gönüburçly torlar*-bu kartada, berlen proyeksiýada tekiz gönüburçly koordinatlar sistemasynyň torudyr. *Kilometr torlary*-bu kartada kesgitlenen interwaldan (aralykdan), kilometr sana deň aralykdan geçirilen koordinata torudyr. Koordinata çyzyklaryň kartada kesişen nokadyna *düwmeli nokatlar* diýilýär.

Kartanyň matematik esasyňa onuň kompanowkasyny hem goşmak bolar. Ol kartografirlenilýän çägi we onuň böleklerini şekillendirmekde, onuň çyzylyş araçäklerini kesgitleýär. Grafalara bölmek köp sahypaly kartalary gurmakda örän zerurdyr, şeýle hem sahypalary belgilemek kadasy girizilýär. Bölünen her bir sahypanyň kesgitlenen kadada belgilenmegi bu *nomenklaturadyr*.

**Kartografik proyeksiýa**, ellipsoidiň ýa-da şaryň üstüni matematik usul bilen tekizlikde şekillendirilmegidir.

Kartany gurmak, ilki bilen tekizlikde (kagyzyda) kartografik tory gurmak, soňra toruň her bir öýjüginu sudurlar we başga geografik desgalaryň belgileri bilen doldurmakdan durýar.

Karta düzmekde, teswirlemek gerek bolan ýeriň çägi seredilip, masştabdaky globusyň ýüzüne düşürilýär diýip kabul edilendir. Soňra globus, belli matematik kanuna, ýagny kartografik proyeksiýa baglylykda tekizlige ýazylýar. Proyeksiýanyň belli çyzyklarynda ýa-da nokatlarynda kabul edilen masştab saklanýar. Muňa esasy (baş) masştab diýilýär. Esasy masştab adatyça kartada görkezilýär. Proyeksiýanyň başga kesimlerinde masştab esasy masştabdan uly ýa-da kiçi bolýar. Olara hususy *masştablar* diýilýär. Diýmek, kartanyň masştaby, onuň dürli ýerinde dürli bahalary alýar.

Ýoýulmalaryň bahasyna seredip, ellipsoid ýoýulmasyna baha bermek bolar. Eger-de ellipsoidiň üstünden ujypsyz tükeniksiz kiçi

radiusly töweregi alsak, onda ýoýulmanyň netijesinde tükeniksiz kiçi ellips alynar. Töwerek bilen deneşdirende, ellipsiň ölçegleriniň görnüşlerini (karta degişli) derňemek bolar. Geografik kartanyň masştaby, nokatda näçe uly bolsa, onda ýeriň üstündäki ähli obektler anyk we meňzeş şekillendirilýär. Ýeriň üstüni anyk öwrenmekde durli inženerli işleri teswirlemek we olary gurmakda, globusdan peýdalanmak has-da takyk bolardy, emma ondan peýdalanmak amatly däldir, şu maksada laýyklykda, Ýer üstüniň kagyzdaky şekilinden, ýagny planlardan ýa-da kartalardan peýdalanmak amatlydyr. Ýeriň üstü kartada şekillendirilende belli ýoýulmalar täsir edýär, ony şu aşakdaky ýaly düşündirmek bolar, globusy meridianlar boýunça kesip ony tekizlige ýazyp goýbersek, ýeriň üstüniň şekili emele gelmän polýuslara ýakyn ýerlerde açyk boşluklar emele gelýär. Şu boşluklary belli derejede polýuslara ýakyn ýerlerde süýndürmek arkaly doldurmaly bolýar we käbir geografik desgalaryň (obektleriň) süýndürilmegine getirilýär. Şoňa görä, ýeriň sferik üstüni tekizlikde (kagyзда) şekillendirmekde birmeňzeş uzynlykdaky çyzyklar we meýdanlar, kagyza kiçeldilip geçirilmeýär. Bu bolsa, ýeriň üstündäki uly kesimleri kartada şekillendirende, ýeriň sferikligini hasaba almagy talap edýär. Şu sebäpli ýeriň üstündäki geografik desgalaryň (obektleriň) sudury we çyzyklary ellipsoidiň ýa-da şaryň üstüne düşürilip, Ýer üstüniň gorizontal proeksiýasy alynýar. Bu proeksiýada belli iki sany özara perpendikulýar ugurlar bardyr, olaryň birinde masştab iň uly, beýlekisinde bolsa iň kiçi bahalary alýar. Bu ugurlara kartografiýada *esasy ugurlar* diýilýär.

Ýeriň fiziki üstüni tekizlikde şekillendirmek iki görnüşli operasiýany ýerine ýetirmek bilen geçirilýär:

1. Ýeriň üstüni, onuň çylşyrymly relýefi bilen, ellipsoidiň üstüne teswirlemek (proýektirmek). Bu ýerde Ýer ellipsoidiniň ölçegleri öňünden kesgitlenendir;

2. Şekillendirilýän ýer ellipsoidini, haýsy hem bolsa kabul edilen kartografik proýeksiýanyň üstüne geçirmekden durýar.

Kartografik proýeksiýalarda gönüburçly we geografik koordinatlaryň arasynda kesgitli matematik arabaglanyşyk bardyr. Ýagny, nokadyň geografiýa koordinatlary belli bolsa, onuň gönüburçly koordinatlaryny hem kesgitläp bolýar.

Bu baglanyşygy şu formulalar arkaly görkezmek bolar:

$$x = f_1(B, L); \quad y = f_2(B, L)$$

Bu ýerde **B** we **L** – nokadyň geografiýa koordinatlary; **x** we **y** – nokadyň gönüburçly koordinatlary;  $f_1$  we  $f_2$  – haýsy hem bolsa kesgitlenen funksiýalar.

Hususy masşaby kesgitlemek üçin, kartadaky tükeniksiz kiçi çyzygyň uzynlygynyň (**dσ**), Ýer ellipsoidiniň üstündäki şol çyzygyň uzynlygyna (**ds**) bolan gatnaşygyna bölmek ýeterlikdir.

$$\mu = d\sigma/ds$$

Ellipsoidiň üstünde islendik nokadyň iki sany özara perpendikulýar ugurlary bardyr, edil şeýle hem proyeksiýanyň üstünde özara perpendikulýar çyzyklar ýerleşendir. Olar ellipsiň uly we kiçi oklary bilen gabat gelýär.

Meýdan ýoýulmasy (**P**), bu kartanyň üstündäki tükeniksiz kiçi ýeriň çägiň (**dp**), ýer ellipsoidiniň üstündäki şol çägiň (**dq**) meýdanyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenýär

$$P = dp/dq$$

Burç ýoýulmasy (**dw**), bu kartadaky islendik burç bilen (**du**), Ýer ellipsoidiniň üstündäki şol burçuň (**du'**) arasyndaky tapawut bilen kesgitlenilýär.

$$dw = du - du'$$

Kartografik proyeksiýalar köplenç:

**1. Ýoýulmalaryň häsiýetleri boýunça;**

**2. Kömekçi geometrik üstler boýunça tapawutlanýarlar.**

Ýoýulmalaryň häsiýetleri boýunça **deňburçly, deňululykly we erkin** kartografik proeksiýalara bölünýär.

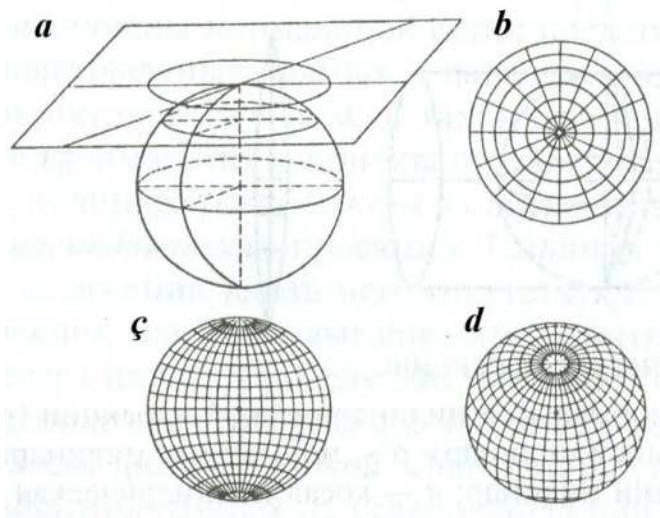
**Deňburçly (konformly) proyeksiýada** tükeniksiz kiçi şekilleriň burç ululyklary hemişelik saklanýar. Uzynlyk masşaby her bir nokatda ähli ugurlar boýunça hemişelikdir we diňe nokadyň ýerleşen ýerine baglydyr. Ellips ýoýulmasy dürli görnüşli töwerekler ýaly aňladylýar (2.1-nji ç surat).

**Deňululykly proyeksiýada ujypsyz** kiçi şekiliň (figuranyň) meýdany ýoýulman saklanýar. Bu proeksiýada ellipsiň meýdan ýoýulmalary deňdir. Uzynlyk masşab haýsy hem bolsa ellipsiň bir ugry boýunça, onuň masşabynyň kemelmegi bilen kompensirlenýär,

bu bolsa obektleriň şekiliniň güýçli ýoýulmagyna getirýär (2.1-nji a surat).

**Erkin proyeksiýada burçlar** we meýdanlar az mukdarda ýoýulýar. Olaryň arasynda deňaralyk proyeksiýalary tapawutlandyrmak bolar. Bu proyeksiýada haýsy hem bolsa meridianyň ýa-da paralleliň ugry boýunça masştab hemişelik saklanýar we ol esasy masştaba deňdir (2.13-nji b surat).

Kömekçi geometrik üsti boýunça proyeksiýalar: **azimutal, silindrik we konus** görnüşli bolýarlar.

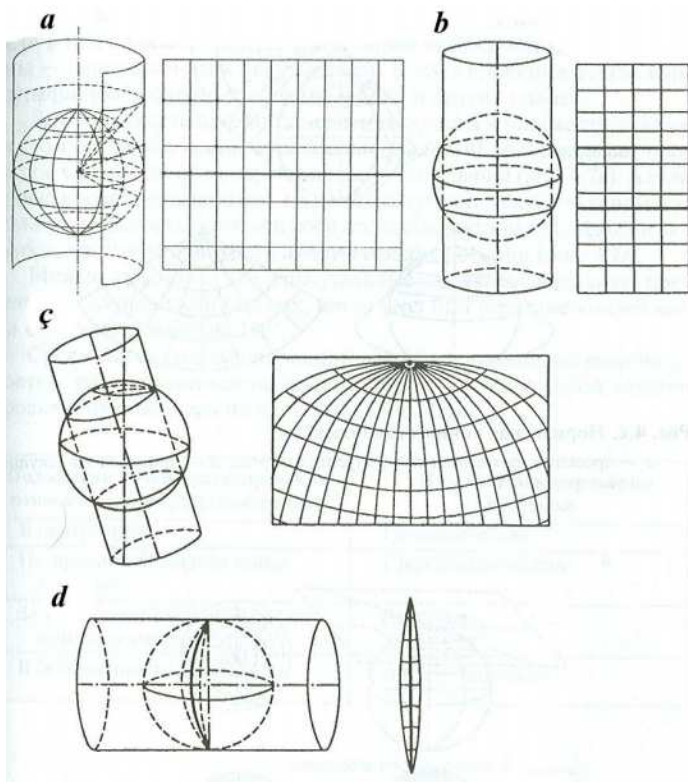


2.1-nji surat. Azimutal proyeksiýalar: a – nomal; b – tory polýar proyeksiýada;  
ç – tory kese proyeksiýada; d – tory ýapgyt azimutal proyeksiýada.

**Azimutal proyeksiýada** ellipsoidiň üstündäki meridian we parallelleriň tory Ýer ellipsoidine galtaşýan ýa-da kesýän tekizlige (üste) geçirilýär. Kesişme nokadyň ýerleşişine (ellipsoidiň üstünde) baglylykda azimutal proyeksiýalar: Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstün (tekizliginiň) oriýentirlenişi boýunça azimutal proyeksiýalar:



**Normal azimutal proyeksiya**, bu proyeksiya, haçan-da, tekizlik yer ellipsoidine polýuslarda ýa-da ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar ýagdaýda kesip geçen tekizliklere proyektirlenende alynýar. Torlaryň görnüşi: meridianlary göni çyzyk bolup, polýuslardan radial ýaýraýarlar, parallelleri konsentrik töwerekdir. Töweregiň merkezi bolup polýuslar hyzmat edýär (2.1-njy a surat).



2.2-nji surat. Silindrik proyeksiýalar:

*a, b* – normal silindrik proyeksiýalary; *c* – ýapgyt silindrik proyeksiýa; *d* – kese silindrik proyeksiýa.

**Kese azimutal proyeksiya**, haçan-da tekizlik ellipsoide, ekwatoryň haýsy hem bolsa bir nokadynda galtaşsa alynýar. Torlaryň

görnüşi: orta meridian we ekwator göni bolup, özara perpendikulýardyrlar, galan meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşindedir. Käbir ýagdaýlarda paralleleri göni çyzyklar görnüşinde suratlandyrylýar (2.1-nji b surat).

**Ýapgyt azimutal proýeksiýa**, bu haçan-da tekizlik Ýer ellipsoidiniň üstüne polýuslar bilen ekwatoryň arasyndaky islendik nokatlarda galtaşyp teswirlense alynýar. Bu proeksiýada kartografik tor: nokadyň galtaşýan meridiany göni bolup, galan meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşinde bolýarlar (2.2-nji ç surat).

**Azimutal proýeksiýalaryň** içinde perspektiw proýeksiýany bellemek zerurdyr. Onda proýektirmek kesgitlenen merkezden çykýan şöhleler arkaly amala aşyrylýar. Merkeziň ýerleşşi, toruň görnüşini we ýoýulmanyň ýaýraýyş häsietini kesgitleýär.

Proýektirlemegiň merkeziniň ýerleşiş ýagdaýyna baglylykda bu proýeksiýalar:

1. Teswirlemegiň (proýektirlemegiň) merkezi Ýeriň merkezinde ýerleşse, onda oňa *merkezi proektirmek* diýilýär.

2. Teswirlemegiň merkezi, garşydaky galtaşma nokatda bolup, ol diametriň ahyrynda ýerleşse, oňa *stereografik proýektirmek* diýilýär.

3. Teswirlemegiň merkezi, tükeniksizlikde ýerleşse, oňa *ortografik proýektirmek* diýilýär.

4. Teswirlemegiň merkezi Ýeriň üstünde ýerleşip, ýöne gutarnykly aralykda ýerleşse, oňa *daşky proýektirmek* diýilýär.

Azimutal proýeksiýalar köplenç, giňlik we uzaklyk boýunça takmyny deň bolan ýeriň çäkleri üçin ulanylýar. Olardan, demirgazyk we günorta ýarym şarlarda polýar azimutal, gündogar we günbatar ýarym şarlar hem-de Afrikanyň ýeriniň çägi üçin ekwatorial proeksiýalar, kartalary düzmekde ulanylýar.

**Silindrik proýeksiýa**, Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň üstündäki meridianlaryň we paralleleriň tory galtaşýan silindriň gapdal üstüne teswirlenýär we silindir kesilip, tekizlige ýazylýar.

Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstüne oriýentirlenişine baglylykda silindrik proýeksiýalar:

**Normal silindrik proýeksiýa**, bu silindriň oky Ýer ellipsoidiniň kiçi oky bilen gabat getirilip, silindriň gapdal üstüne

teswirlenýär. Meridianlar, bu ýagdaýda deň duran paralleller görnüşindedir, paralleller bolsa göni çyzyklardyr we olara özara perpendikulýar ýerleşdirilendir. Normal proyeksiýa ekwatoryň ugrunda we oňa ýakyn ýerleşen ýeriň çäkleri üçin ulanmak amatlydyr. Silindirik proyeksiýalar dün-ýäniň kartasyny düzmek üçin giňden ulanylýar. Merkatoryň deň burçly normal silindirik proyeksiýasynda, deňiz kartalary duzülýär (2.2-nji a surat).

**Kese silindrik proyeksiýa**, haçan-da silindiriň oky ekwatoryň tekizliginde ýatyrylyp, silindriň gapdal üstüne teswirlenilse alynýar. Bu proyeksiýa meridianlar boýunça ýazylan ýeriň çäklerini şekillendirmekde ulanylýar (2.2-nji b surat).

**Ýapgyt silindrik proyeksiýa**, bu silindiriň oky bilen Ýer ellipsoidiň kiçi okunyň arasynda ýiti burç emele getirilip, silindriň gapdal üstüne teswirlenýär (2.2-nji ç surat).

**Kese we ýapgyt silindrik proyeksiýalarda** meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşinde şekillendirilýär.

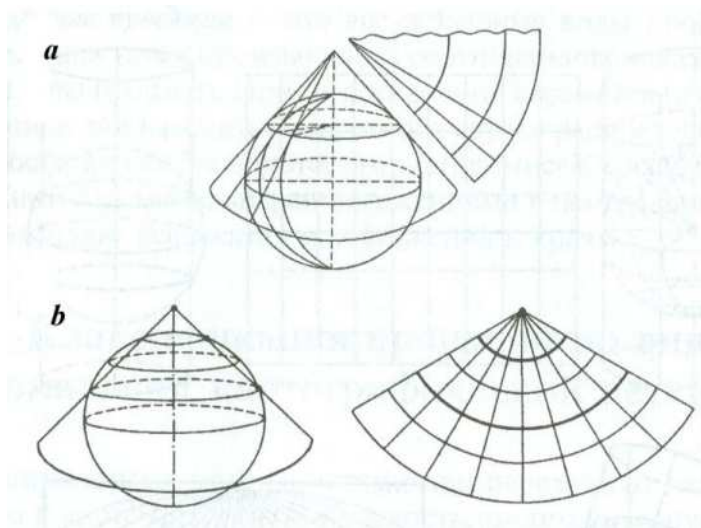
**Konus proyeksiýada** Ýer ellipsoidiniň üstündäki meridianlaryň we parallelleriniň torý galtaşýan ýa-da kesýän konusyň üstüne teswirlenilýär. Konus proyeksiýalar Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň üstüni şekillendirýän kömekçi üstün oriýentirlenişi boýunça aşakdakylara bölünýärler:

**Normal konus proyeksiýa**, haçan-da konusyň oky bilen Ýer ellipsoidiniň kiçi oky gabat getirilip, onuň elementlerini teswirlenende alynýar. Meridianlar bu proyeksiýada göni çyzyklar bolup, konusyň depesinden ýaýraýarlar, parallelleri konsentrik töweregiň dugasydyr. Normal konus proyeksiýalary, parallelleriniň ugrunda ýerleşen we orta giňlikdäki ýeriň çäklerini şekillendirmekde ulanmak has-da amatlydyr. Olar, köplenç GDA-nyň ýurtlarynyň kartalarynda giňden ulanylýar (2.3-nji a surat).

**Kese konus proyeksiýa**, bu haçan-da konusyň oky bilen ekwatoryň tekizliginiň gabat getirilip, Ýer ellipsoidiň elementlerini konusyň gapdal üstüne proyektirlenen-de alynýar. Meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşinde şekillendirilýär (2.3-nji surat).

**Ýapgyt konus proyeksiýa**, haçan-da, konusyň oky bilen Ýer ellipsoidiniň kiçi okunyň arasynda ýiti burç emele getirilip, Ýer

üstüniň elementleri konusyň gapdal üstüne proyektirlenilse alynýar. Meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşinde berilýär.



2.3-nji surat. Normal konus proyeksiýalary:

*a* – konusa galtaşma we onuň tekizlige öwrülmeği; *b* – kesýän konusa galtaşma we onuň tekizlige öwrülmeği.

**Kese we ýapgyt proyeksiýalar** kartografiýanyň praktikasynda has seýrek ulanylýar.

**Köp konus proyeksiýa**, tory ellipsoidiň üstüne teswirlenýär, soňra her bur meridianlaryň we parallelleriň biri emele gelşi ýaly bölünip tekizlige ýazylýar. Ýarym konus proyeksiýada, paralleller konsentrik töweregiň dugasy görnüşinde, merkezi meridian bolsa göni çyzyk görnüşinde suratlandyrylýar.

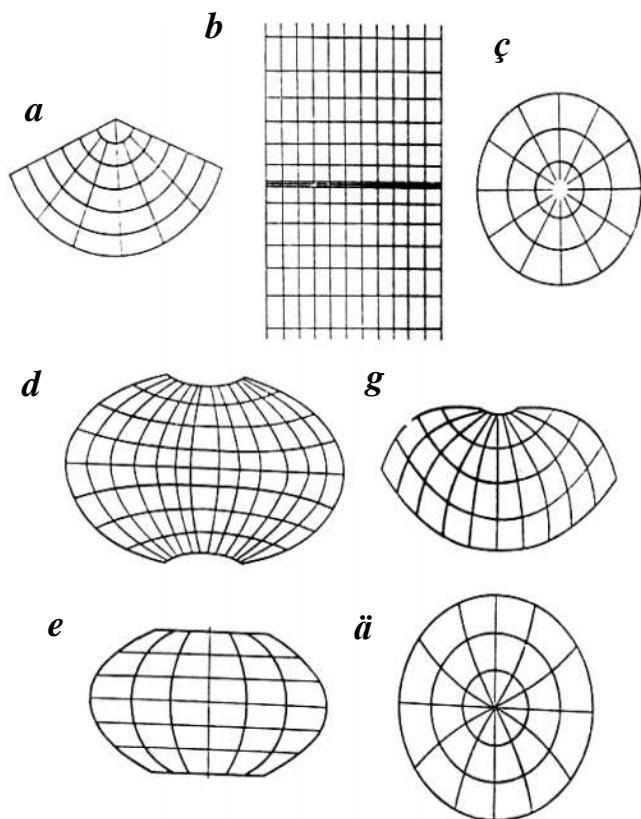
Şertli proyeksiýalar gurlanda goşmaça üstden peýdalanylýar. Meridianlaryň we parallelleriň tory haýsy hem bolsa öňünden berlen ugur boýunça gurulýar.

Şertli proyeksiýalaryň içinde *pseudokonus*, *pseudosilindr* we *pseudoazimutal* proyeksiýalary agzamak bolar. Olarda, konus, silindr we azimutal proyeksiýalardaky ýaly parallelleriň görnüşi saklanylýar. “**Pseudo**” grek sözünden gelip çykyp, türkmen diline terijime edilende “**Ýalan**” ýaly manyny berýär. Bu proyeksiýalarda orta

meridian göni çyzyk bolup, galan meridianlary egri çyzykdyr (2.4-nji surat).

Kartografik proyeksiýalar, ýeriň çägi, tutýan meýdany boýunça dünýäniň, ýarym şarlaryň, materikleriň we okeanlaryň, aýratyn ýurtlaryň we onuň bölekeriniň kartalary üçin ulanylýar.

Ulanlyşynyň aýratynlyklary boýunça proyeksiýalar: köpgranly we köpzolakly görnüşlere bölünýär.



2.4-nji surat. Normal proyeksiýada kartografiki torlaryň görnüşi: a – konus; b – silindrik; ç – azimutal; d – köp konus; g – psewdokonus; e – psewdosilindr; ä – psewdokoazimutal.

Köpgranly proyeksiýalarda köp sahypaly kartalaryň proyeksiýasynyň parametrleri her bir anyk sahypa ýa-da sahypalar toplumy üçin kabul edilýär.

Köp zolakly proyeksiýalarda sahypalaryň parametrileri kartanyň belli bir zolagy üçin, ýagny şekillendirilýän üst şaryň ýa-da ellipsoidiň üsti bolanda ulanylýar.

## 2.4. Proyeksiýalarda ýoýulmalaryň çägi

**Uzynlyk ýoýulmasy.** Kartada uzynlyk ýoýulmasynyň ölçegi hökmünde  $\mu$  hususy masştab alynýar. Ol berlen nokatda, goýlan ugur boýunça kesgitlenilýär.

Goý esasy (baş) kartanyň masştaby  **$1:30000000$** , onda onuň  **$1\text{ sm}=300\text{ km}$**  degişli bolar, emma muňa seretmezden, onuň hususy masştaby berlen nokatda  $\mu=3$  bolsa, onda masştabyň absolyüt bahasyndan nokatdaky hususy masştab  $3/30000000 = 1:10000000$  bahany alar.

1 bahanyň çäginde ýerleşen, esasy masştabyň uzynlygynyň hususy masştabyň uzynlygynyň hususy masştabyndan gyşarmasy uzynlygynyň otnositel ýoýulmasy  $\nu$  diýilýär. Esasy masştabyň koeffisiýenti 1 deňleşdirilýär.

Biziň masştabymyz üçin  $\nu=2$ , onda uzynlyk ýoýulmasy prosentde (%) aňladylýar, onda  $\nu=2\cdot100\%=200\%$  bolar.

Eger-de,  $\mu=1,25$  bolsa, hususy masştab esasy masştabdan uly, onda  $\nu=1,25-1,00=+0,25$  ýa-da prosent gatnaşygynda **25%**, çyzygyň uzynlygy **25%** ulaldylan hasaplanylýar.

Eger-de uzynlygynyň hususy masştaby esasy masştabdan kiçi, ýagny  $\mu=0,85$  bolsa, onda  $\nu=0,85-1,00=-0,15$  ýa-da **-15%**, çyzygyň ölçegleri **15%** kiçeldilen diýlip hasaplanylýar.

Uzynlyk ýoýulmasy berlen nokatda esasy ugurlar boýunça iň kiçi we iň uly masştablary boýunça häsiýetlenilýär we berlen nokatda gurlan ellips ýoýulmanyň oklarynyň ugurlary bolup durýar. Onda,  $\nu=a-1$ ,  $\nu=b-1$  bolar.

Çyzyk ýoýulmasy ähli proyeksiýalarda bardyr we hususy masştab nokatdan geçirilen ähli ugurlar boýunça dürli bahalary alýar.

Käbir proyeksiýalar çyzygyň uzynlygy, paralleleriň ugry boýunça  $n=1$  ýa-da meridianlaryň ugry boýunça  $m=1$  saklanýar.

**Meýdan ýoýulmasy.** Meýdanyň hususy ýoýulmasy –  $P$ , kartalarda meýdan ýoýulmalarynyň görkezijisi bolup durýar. Meýdanyň hususy masşaby kartada tükeniksiz kiçi meýdanyň ellipsoidiň ýa-da şaryň üstündäki şol tükeniksiz kiçi Ýer üstüne bolan gatnaşygyna aýdylýar. Meýdanyň hususy masşaby otnositel ululykda aňladylýar we bir sandan uly we kiçi bolup biler. Köplenç meýdan ýoýulmanyň görkezijisi hökmünde  $P-1$  ýaly, prosent gatnaşygynda aňladylýar. Eger-de haýsy hem bolsa nokatda meýdan ýoýulmasy  $P=3,25$  bolsa, onda  $3,25-1,00=2,25$  we meýdan ýoýulmasynyň mukdary  $225\%$  ulaldylyn bolýar. Meýdan ýoýulmany azaltmak üçin edilen synanyşyk, kartada burç ýoýulmasynyň artmagyna getirýär.

Öňki SSSR-iň kartalarynyň materikleriň çägendäki meýdan ýoýulmasy  $2-3\%$ -den geçmeýär. Edil şular ýaly ululykly meýdan maglumatlary mekdep mugallymlary üçin geografiýa atlasynda, Arktikanyň kartasynda  $P=1.03$  bahany alýar.

Dünýäniň syýasy kartasyny düzende mümkin bolan ýagdaýlarda, aýry ýurtlaryň meýdanlarynyň gatnaşygy saklanyljak bolup çalşylýar, şeýle hem bu kartalarda ýurtlaryň daşky araçäklerini we içki sudurlaryny ýoýmaly dälär.

Dürli fiziki geografiýa, durmuş-ykdysady tematik kartlary düzülende meýdan gatnaşyklaryny saklamak gerekdir. Şular ýaly kartalar üçin meýdan ýoýulmaýan proyeksiýalary ulanmak has-da amatlydyr.

**Burçlaryň ýoýulmasy.** Burçlaryň ýoýulmasy, kartada iki sany ugruň we ellipsoidiň üstündäki şol ugurlaryň arasyndaky tapawut kesgitlenilýär. Burç ýoýulmasy kartada gradusda aňladylýar. Eger-de kartadan burçy  $\beta=38^\circ$  deň, Ýer ellipsoidiniň üstündäki şol degişli burçuň bahasy  $\beta=26^\circ$  deň, onda  $\beta-\beta'=36^\circ-26^\circ=10^\circ$  deň bolar.

Meridianlaryň we paralleleriň arasyndaky bu ýoýulmany häsiýetlendirmek üçin  $\varepsilon$  (epsilon) hyzmat edýär. Meridianlaryň we paralleleriň arasynda  $90^\circ$  gyşarmasy boýunça, ýagny  $\varepsilon=q-90^\circ$  ýaly kesgitlenilýär.

Burçy transportiriň kömegi bilen ölçemek ýeňildir. Onuň üçin meridian we parallel boýunça degişli nokatdan galtaşma çyzyklar

geçirilýär. Soňra transportiriň kömegi bilen galtaşma çyzyklaryň arasyndaky burçlar ölçenilýär.

Kartalarda burç ýoýulmalarynyň görkezijisi hökmünde, berlen nokatda maksimal ýoýulmasyny  $\omega$  (omega) almak kabul edilendir,  $\omega$  – görkeziji kartada gönüden-göni burç ölçemek bilen baglanyşykly däldir,  $\omega$  – ellips ýoýulmasynyň görkezijisi. Aýratynam, burçlar, meýdan ýoýulmalarynyň ýok proeksiýalarynda güýçli üýtgeýär, ýagny deň ululykly proyeksiýalarda has-da oňat duýulýar. Meselem, ýarym şarlaryň fiziki geografiýa kartasynda (diwar karta) burçlaryň maksimal ýoýulmasy  $\omega=39^\circ$  ýetýär.

Mekdep mugallymlary üçin geografik atlasyň kartalar toparynda, öňki SSSR-iň kartalarynda maksimal burç ýoýulmasynyň bahalary  $\omega=12^\circ$  geçmeýär.

## 2.5. Ellips ýoýulmasy we onuň dürli kartografiki nomogramalaryň kömegi bilen kesgitlenişi

Ellips ýoýulmasyny kartada berlen islendik nokat üçin gurmak bolar. Eger-de meridianlar we paralleller proyeksiýada özara perpendikulýar bolsalar, onda olar esasy ugurlar bolýarlar. Bu ýagdaýda ellipsiň ýarym oklaryna deň bolan  $a$  we  $b$ -ni hasaplamak, ol bolsa öz gezeginde masştablary  $m$  we  $n$ -i bahalara deňdir.

**6-njy mysal.** Proyeksiýanyň berlen nokadynda ellips ýoýulmasyny gurmaly. Bu proyeksiýada meridianlar we paralleller özara perpendikulýar. Eger-de  $m = 1.25$ ,  $n = 0.75$  bahalara deň diýeliň.

**Çözüdi.** Ölçeğiň birliги hökmünde  $\sigma = 1 \text{ sm}$  çyzyk kesimi alalyň. Bu ýagdaýda meridian boýunça  $m\sigma = 1.25 \cdot 1 \text{ sm}$  alyp goýalyň. Emma paralleller boýunça bolsa  $n\sigma = 0.75 \cdot 1 \text{ sm}$ . Ýarym oklara  $a = m = 1.25 \text{ sm}$  we  $b = n = 0.75 \text{ sm}$ . Bu bolsa ellips ýoýulmasyny gurmak üçin ýeterlidir.

Nomogrammanyň kömegi bilen kartografiki proyeksiýalaryň islendik görnüşinde ýoýulmalary kesgitlemek mümkindir. Öňki SSSR-de nomogramaly ýoýulmalary kesgitlemek görnükli alym G. A. Ginzburga degişlidir.

Nomogramma aşakdaky mümkinçilikleri döredýär:



-değişli proyeksiyalarda  $\beta_1$  we ellipsoidde esasy ugury  $\beta$  ugurlary kesgitlemäge:

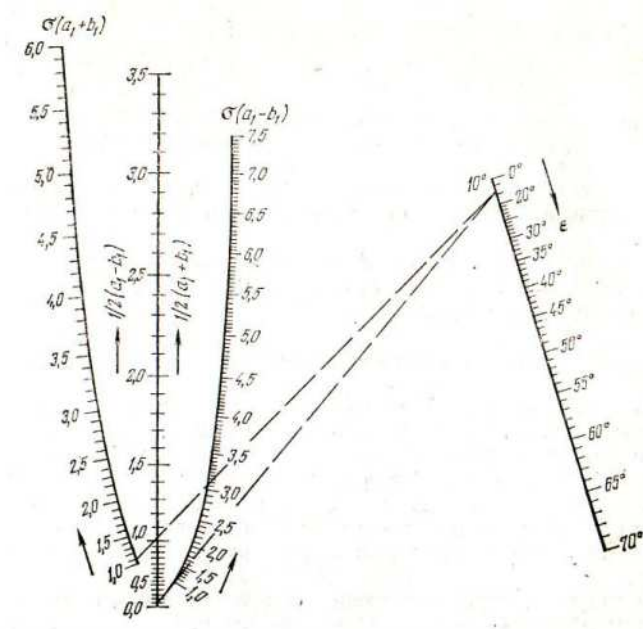
-meýdan masşaby  $p$  tapmaga;

-iň uly burç ýoýulmasy  $w$  kesgitlemäge;

-esasy ugurlar  $a$  (iň uly) we  $b$  (iň kiçi) boýunça masşablary kesgitlemek ýaly mümkinçilikleri döredýär.

Nomogrammanyň kömegi bilen diňe bir ýoýulmalaryň ululyklaryny kesgitlemek mümkin bolman, eýsem kartanyň dürli böleklerinde ýoýulmalaryň elýeterliligini hem kesgitlemäge ýardam berýär.

Kartanyň haýsy hem berlen nokadynda ýoýulmany kesgitlemek üçin ilki bilen meridian boýunça  $m-i$  we perallel boýunça bolsa  $n-i$  tapýarys, şonuň bilen birlikde  $90^\circ$ -dan burç ýoýulmasy  $\varepsilon-ni$  tapýarys.



2.5-nji surat. Kartalardan ýoýulmalary kesgitlemek üçin nomogramma.

Nomogrammadan peýdalanmak üçin kömekçi argumentler bolan  $\sigma = m / n$  ýa-da  $\sigma = n / m$  bilmek zerurdyr;  $\sigma$  ululyk elmydama  $1$  deň ýa-da ondan uly bolmalydyr ( $\sigma \geq 1$ ). Onda  $\sigma = m / n$  bu ýerde  $m \geq n$  we

$\sigma = n / m$  bu ýerde  $n \geq m$  bolmalydyr.

Belgilemäni girizeliň we aşakdakylary alarys:

$a_1 = a / n$  we  $b_1 = b / n$  bu ýerde  $m > n$ ;

$a_1 = a / m$  we  $b_1 = b / m$  bu ýerde  $n > m$ .

Esasy ugurlary kesgitlemekde oriýentirlenen burçy  $\beta_1$  elmydama

$a_1 = a / m$ ;  $b_1 = b / m$  hökmünde kabul edýärler.

Nomogrammada burçlary  $0.1^\circ$  ululyga çenli,  $c$  – ýoýulmanyň ululygyny  $1/10$  üleşli takyklyk çäklerde (interwalda) kesgitlemek bolar.

Ýoýulmalaryň mukdaryny ýoýulmalar tablisasyndan peýdalnyp hem tapmak bolyar. Çyzyk, meýdan we burç ýoýulmalarynyň ululyklary tablisalarda  $\varphi$  we  $\lambda$  berlenleriň esasynda meridianlaryň we parallelleriň kesişme nokatlary boýunça berilýär. Normal silindrik, konus we azimutal proyeksiýalarda, ýagny geografiki giňlikleriň üýtgemegi bilen ýoýulmalaryň üýtgeýän proyeksiýalarynda ýoýulmalaryň mukdary diňe şu geografiki koordinatlar arkaly kesgitlenilýär (2.5-nji surat).

2.1-nji tablisa

Giňlik, $\varphi$	n	p	$\Omega$	M
1	2	3	4	5
30°	1.083	1.080	4°45'	0.997
40°	1.028	1.028	1°56'	
50°	0.998	0.996	0°05'	
60°	0.987	0.984	0°34'	
70°	1.007	1.007	0°45'	
80°	1.136	1.133	7°28'	

Nokatlar üsin çyzyk, meýdan we maksimal burç ýoýulmalaryny häsiýetlendirýän tablisalarda tapmak mümkindir.

**7-nji mysal.** Ýamal adasynyň sebitlerinde ýerleşen nokadyň geografiki giňligi  $\varphi = 70^\circ$  boýunça berlen karta üçin aşakdaky ýoýulmalary tablisadan kesgitemek bolar. Bu karta Krasowskiniň normal deňaralyk proyeksiýasynda düzülen. Tablisadan alnan maglumatlar:

$$M = 0.997; n = 1.010; p = 1.007; w = 0^\circ 45'$$

Izokol – bu kartografiki proyeksiýalarda birmeňzeş ýoýulmaly nokatlar toplumyny birleşdirýän çyzykdyr. Izokollar bilen islendik kartalarda birmeňzeş san bahaly çyzyk, meýdan we burç ýoýulmaly nokatlary birleşdirýär. Käbir ýagdaýlarda kartalarda  $K = a/b$  izokollar her berilýär.

Köp sanly kartografiki proyeksiýalarda çyzyk ýoýulmasyny, iň uly burç ýoýulmasyny we meýdan ýoýulmalaryny häsiýetlendirýän izokollar (normal konus, silindrik we azimutal proyeksiýalarda) bir-biri bilen gabat gelýärler. Aýratyn proyeksiýalarda, meselem, köp konus, pseudosilindrik izokollaryň formasy dürli bolýar.

Orta mekdebiň mugallymlary üçin niýetlenen geografiki atlaslarda her kartanyň ulanýan proyeksiýasy üçin izokollaryň maksimal burç ýoýulmasy ( $\omega$ ), meýdan masştaby ( $p$ ) esasy ugurlar boýunça iň kiçi masştablar ( $a$  we  $b$ ) berilýär. Izokollar öz gezeginde dürli formalarda: göni çyzyk görnüşinde, dugalar, tegelekler, giperbola we beýleki dürli egrilikde bolup bilýar.

### III. GLOBUSUŇ ELEMENTLERINI HASAPLAMAK

#### 3.1. Umumy görkezme

Kartografiýanyň praktikasynda matematiki kartografiýa boýunça käbir mysallary çözendä meridianlaryň we parallelleriň dugasynyň uzynlygyny hasaplamak gerek bolýar.

Ahyrky nokatlar bolan C we D geografiki giňligi ( $\varphi$ ) hem-de uzaklyklarynyň tapwudy ( $\Delta\lambda$ ) belli bolan parallelleriň dugasynyň uzynlygyny (SP) aşakdaky formulalaryň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$SP = r \cdot \Delta\lambda; \Delta\lambda = \lambda C - \lambda D; r = N \cdot \cos \varphi.$$

Bu ýerde  $r$  – giňligiň argumetri boýunça ýöriteleşdirilen kartografiki tablisalardan alynýar.

Çyzyk ölçeginde parallelleriň dugasynyň uzynlygyny (SP) hasaplamagyň işçi formulasyny almak üçin  $\Delta\lambda$  bahasyny  $\rho$  bölmek ýeterlikdir. Bu ýerde  $\rho$  – burçy ölçemegiň birligi:

$$\rho = 360^\circ / 2\pi = 57.29578^\circ; SP = (N \cdot \cos \varphi) \cdot \Delta\lambda / \rho.$$

Globusy Ýer togalagynyň kiçeldilen modeli hasaplaýarlar. Dogrudan hem, onda ähli materikler, ummanlar we deňizler hakyky keşbinde, doly meňzeşlikde, ýeriň üstündäki ýagdaýyna görä görkezilendir.

Koordinatlary Ýer şarynyň üstünde meridianlaryň we parallelleriň çyzyklaryndan hasaplaýarlar. Olar bolsa öz gezeginde gradus torlaryny globusyň üstünde emele getirýär. Geografiki uzaklyklaryň başlangyç sany hökmünde *Londan şäheriniň* ýakynyndan geçýän Grinwiç meridiany alynýar.

Iki A we B nokatlaryň arasyndaky ýerleşen meridianlaryň dugasynyň uzynlygyny (SM) aşakdaky ýaly hasaplanylýar:  $SM = M \cdot \Delta\varphi$ . Bu ýerde  $\Delta\varphi$  – ahyrky A we B nokatlaryň arasyndaky

meridianyň dugasynyň giňlikleriniň tapawudy,  $\Delta\varphi = \varphi_B - \varphi_A$ ; *Morta* – nokatda merianyň egriniň ortaça radiusy :  $Morta = (\varphi_B + \varphi_A) / 2$ .

Meridianyň dugasynyň uzynlygyny hasaplamak üçin işçi formula aşakdaky ýaly bolar:  $SM = Morta \cdot \Delta\varphi / \rho$ .

Meridianlar kesişme egrisiniň radisusy (*Morta*) orta giňlik ( $\varphi_{orta}$ ) boýunça kartografiki tablisadan alynýar.

Berlen formula boýunça ýokary geodeziýada meridianlaryň dugasynyň uzynlygyny 45 km-den az bolan ýagdaýda ulanýarlar. Emma kartografiýada bu formulany hasaplamagyň takyklygy 1 metre ýa-da onlarça metre çenli takyklykda hasaplamak gerek bolanda uly aralyklary hasaplamakda hem ulanmak bolar.

Kiçi masştably kartalaryň torlaryny hasaplamagy Ýer ellipsoidi hasaplamagy has-da sadalaşdyrmak maksady bilen şar diýip alýarlar. Onda degişli dugalaryň uzynlyklary *M* we *N*-i hasaplamak formulalarynda *R* bilen çalşylýar

Meridianlaryň we parallelleriň dugasynyň uzynlyklaryny hasaplamak üçin ýöriteleşdirilen kartografiki tablisalary işlenilip düzüldir.

Meridianlaryň we parallelleriň dugalarynyň uzynlyklaryny *SP* we *Sm* formulalar boýunça kartalarda berlen masştabynda santimetr takyklykda hasaplamak üçin  $100 \text{ sm-e } \mu 0$  köpeldijini girizýäris. Bu ýerde  $\mu 0$  – kartalaryň hasaplanan masştaby.

**1-nji mysal.**  $\varphi = 55^\circ$ -lyk giňlikde ýerleşen nokatlaryň arasyndaky paralleliň dugasynyň uzynlygyny hasaplamaly, ahyrky nokatlaryň uzaklyklary  
 $\lambda_2 = 62^\circ 30'$  we  $\lambda_1 = 62^\circ$  bahalara deň.

Çözüdi.  $SP = r \cdot (\lambda_2 - 62^\circ) / \rho = 3666654 \text{ m} \cdot 0.5 \cdot 0.0174533 = 31997.6 \text{ metr}$ . Bu ýerde  $1 / \rho = 0.0174533$ .

**2-nji mysal.** Iki nokadyň arasyndaky meridianyň dugasynyň uzynlygyny hasaplamaly. Berlen nokatlaryň giňlikleri:  $\varphi_1 = 54^\circ$ ,  $\varphi_2 = 54^\circ 30'$ .

**Çözüdi.** Bahalary formula goýmak bilen aşakdakyny alarys

$$SM = Morta \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) / \rho = 6337680 \cdot 0.5 \cdot 0.0174533 = 55655.8 \text{ m}.$$

Tablisa boýunça barlalyň. Tablisadan uzaklyk boýunça  $30'$  bahasyny tapalyň. Bu baha **55656** metre deňdir.

**3-nji mysal.** 1:10 000 000 masştably kartada  $\varphi = 60^\circ$  giňlikdäki paralleliň dugasynyň uzynlygyny hasaplamaly. Eger-de ahyrky nokatlaryň dugasynyň tapawudy  $5^\circ$ , ýagny  $\Delta\lambda = 5^\circ$  baha deň.

**Çözüdi:**

$$S_P = \frac{r \cdot 100 \text{ sm} \times \Delta\lambda}{10000000 \times \rho} = \frac{3197158 \times 5^0}{100000 \times 57.29587} = 2.790 \text{ sm}.$$

**4-nji mysal.** 1:10000000 masştably kartada giňlikleri  $\varphi_1 = 50^\circ$  we  $\varphi_2 = 55^\circ$  ( $\Delta\varphi = 5^\circ$ ) bolan meridianyň uzynlygyny hasaplamaly.

**Çözüdi:**

$$S_M = M_{\text{orta}} \cdot \frac{\Delta\varphi \cdot 100}{\rho \cdot 10000000} = 6375800 \cdot \frac{5^0}{53.29578^0 \cdot 100000} = 5.564 \text{ sm}.$$

Islendik globusyň gradus torlary elmydama şol bir görnüşi alýar, emma kartalarda kartografiki torlary dürli görnüşlerde şekillendirilýär. Has anyk düşüner ýaly kartalary gurmagyň usullary we onuň gradus torunyň gurluşlary (häsiýetleri) bilen kartalarda ulanylýan gradus torlaryny öwrenmek bilen has içginräk tanyşmak zerurdyr.

Globusda meridianlar we paralleller kesgitlenen gradus aralygyndan geçirilýär. Olar bolsa öz gezeginde globusyň gradus toruny düzýär.

Şaryň formasyny alýan globusda meridianlar we paralleller töweregiň formasynda berilýär.

Globusyň ekwatory şol bir wagtyň özünde polýuslardan deň daşlaşan töwerekdir. Ekwatoryň tekizligi globusyň merkezi nokadynyň üstünden geçýär. Şonuň üçin hem ekwator iň uly paralleldir.

Ýagtylyk bölüji çyzyk ýa-da terminator ekwator bilen deň bölünýär, şonuň üçin hem ekwatoryň ugrunda ýerleşýän sebitlerde gije we gündiz elmydama deňdir.

**5-nji mysal.** Globus 1:100 000 000 masştaby alýar, onda şu globusyň 60 paraleliniň uzynlygyny hasaplamaly.

Çözüdi. Berlen masştabda globusyň masştabyny kegitläliň. Onuň üçin ilki bilen Ýeriň ortaça radiusynyň  $R = 6371.116 \text{ km}$  deňdigini ýatlalyň.

Formula goýmak bilen

$$R_{\text{globus}} = \frac{637111600}{100000000} = 6.371 \text{ sm}$$

Hasaplaýyş mikrokalkulýatoryndan trigonometriki funksiýa kosinus  $60^\circ$ -yň bahasyny tapýarys, onuň bahasy 0.50000 sana deňdir. Tapylan ululygy formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \cos \varphi = 2 \cdot 3.14159 \cdot 6.37112 \cdot 0.50000 = 20.01 \text{ sm}$$

Gradus toruň çyzyklary globusyň üstüni böleklere bölýär.

### 3.2. Globusyň häsiýetleri

Globusyň masştabyny kesgitlemek üçin globusdan ekwatoryň uzynlygyny ölçäp, Ýeriň üstündäki ekwatoryň uzynlygyna bölmek ýeterlikdir.

Ýer üstüniň globusdaky şekili aşakdaky geometriki häsiýetlere (gurluşlara) mahsusdyr:

1. Ýeriň üstündäki ähli aralyklar globusda birmeňzeş kiçeldilip görkezilýär, ýagny globus masştabyň özgermezlik häsiýetine eýedir;

2. Ýer şarynyň üstündäki ähli burçlar globusda özgerdilmän şekillendirilýär, ýagny globusda bir burçuň mukdary ýerdäki şol burçuň mukdaryna deň bolýar. Başgaça aýdanda ýer ýarynyň üstündäki obýektiň şekili onuň globusdaky formasyna meňzeşdir.

Globusda ähli paralleller meridianlary göni burç bilen kesip geçýär. Bu häsiýete (gurluşa) deň burçlulyk diýilýär;

3. Globusda şekillendirilýän her bir obýektiň meýdany, ýeriň üstündäki şol şekiliň meýdanyna deň bolýar. Bu häsiýete bolsa meýdan özgermezlik diýilýär.

4. Meridianlar we paralleller özara kesişmek bilen globusyň üstünde sferiki trapesiýalary emele getirýärler. Sferiki trapesiýalaryň meýdany ekwatirdan polýuslara tarap ugurda kiçelýär (azalýar). Iki paralleliň arasynda ýerleşýän goňşy sferiki trapesiýalaryň meýdanlary özara deňdir. Her bir sferiki guşaklyk meridianlar boýunça deň kesimlere bölünýär.

5. Globus Ýeriň berlen masştabda kiçeldilen modelidir.

Kartografiýada uly baha globusda we kartada haýsy hem bolsa elementleri kesgitlemäge mümkinçilik berýän çyzyklar alýar. Olardan:

1. Globusyň üstündäki iki nokadyň iň gysga aralygy;

2. Bir punktdan beýlekä tarap ýüzmegiň ýa-da uçmagyň kursunyň ugruny kesgitlemek ýalyly bellemek bolar.

### **3.3. Ortodromiýa we loksodromiýa barada düşünje**

Geometriýa dersinden belli bolşy ýaly şaryň üstünde iki punktyň arasyndaky iň gysga aralyk uly tegelegiň dugasy hasaplanylýar. Ol bolsa globusda ýa-da şarda berlen nokadyň üstünden geçýär.

Geodeziýada uly tegelege geodeziki çyzyk diýilýär. Kartografiýada uly tegelegiň dugasyna ortodromiýa diýilýär (terjime edende göni ylgaýan diýen manyda terjime edilýär).

Uly tegelegiň dugasy boýunça gidýan ugura ortodromiýa diýmek bolar. Globusyň ýa-da şaryň üstündäki berlen iki nokadyň ortodromiýasy iň gysga aralyklar bolar. Ähli meridianlar we ekwator globusyň iň uly tegelekleri bolup durýar. Şonuň üçin hem globusda ýa-da şaryň üstünde ortodromiki ugurlar elmydama ähli meridianlaryň we ekwator boýunça gidýär.



Globusuň üstünde ortodromiýany haýsy hem bolsa iki nokadyň aralygynda görkezmek üçin olaryň arasyndan uly tegelegiň dugasyny geçirmek ýeterlikdir.

Bu bolsa globusuň üstünde, iki nokadyň arasynda sapagy goýmek we ony berk ýagdaýda çekmek bilen gazanylýar. Has anyk aýdanda bu iş aýakdaky ýaly amala asyrylýar.

Ýer ellipsoidiniň üsti boýunça iki punktuň arasyny birleşdirýän in gysga çyzyga *ortodromiýa* diýilýär. Ol grek sözi bolup, türkmen diline “**göni ylgalaryn**” diýen ýaly terjime edilýär. Kartada ortodromiýany globusyň kömegi bilen gurmak bolar. Onda başlangyç we ahyrky punktlary belläliň we olaryň arasyndan sapagy çekeliň. Bu sapagyň ugry uly tegelegiň dugasynyň üsti bilen kesip geçer. Ortodromiýany karta geçirmek üçin meridian boýunça sapagyň kesişýän nokatlarynyň giňliklerini kesgitleýäris. Gurлуşyna mysal edip *Moskwa-Gawana* şäherleriniň arasyndan ortodromiýanyň geçirilişini almak bolar. Bu punktlaryň arasyndan sapagy çekeninde, sapak meridianlary aşakdaky giňliklerde kesýär.



3.1-nji surat. Ýer globusy.

Bu koordinatlar boýunça nokatlary karta geçirip, soňra olary endigan egri çyzyk bilen birleşdirýäris. Alnan çyzyk kartada egri çyzyk hem bolsa, hakykatda bu aralyk Moskwa we Gawana şäherleriniň arasyndaky iň gysga aralyk bolar. Bu aralyk uçarlaryň howadaky ýolunyň iň gysga aralygy bolar. Onda iki nokadyň arasyndaky gysga çyzyk, gysyk şekillendirilýär, göni bolsa, nokatlaryň arasyndaky aralygyň gysgasy bolar.

Eger-de biz demirgazyk ýarym şaryň deň aralyk azimuthal proyeksiýasynda ortodromiýany geçirjek bolsak, onda onuň üçin globusy ulanmazdan geçirmek hem bolar. Meselem, biz Mahaçkala bilen Wladiwostogyň arasyndaky iň gysga aralygy biljek bolalyň. Onuň üçin sirkuly alyp ony punktlaryň artasynda ýatan meridian boýunça iki punktuň üstünden geçýän töweregiň radiusyny saýlap alýarys. Alnan radius ýarym şaryň diametrine daýanmalydyr. Gysga aralyk suratda görkezilen ýogyn çyzyk bolar. Edil şular ýaly usuly dürli giňlikli nokatlar üçin hem ulanmak bolar. Bu ýagdaýda töweregiň radiusyny we merkezini tapmak örän kyn bolýar. Şoňa meňzeş mysallary çözmekde paletkalary ulanyp çözmek has-da amatlydyr. Paletkany aňyrsy görünýän durý materialdan ýasamak bolar. Paletkany kalkanyň sahypasyny alyp guralyň. Oňa kartadan ýarym töwerekleri geçireliň.

Globusyň ýa-da şaryň üstünde hemişelik ugurly çyzyga loksodromiýa diýilýär. Loksodromiýa grek sözi bolup, türkmen dilinde “**gyşyk ylgaýaryn**” diýen manyny berýär.

Başgaça aýdanda kartada ýa-da globusda meridianlary birmeňzeş burç bilen kesýän çyzyga **loksodromiýa** diýilýär. Ekwatoryň ugrunda hereket gündogardan günbatara, ýa-da günbatardan gündogara alnyp barylýar, onda bu hereketi loksodromiýa diýmek bolar.

Ekwator bir wagtyň özünde ortodromiýa hem-de loksodromiýa bolup biler. Her bir ýarym meridian hem iki ugry alyp bilýär. Paralleller boýunça hereketler loksodromiýa bolar.

Globusyň ýa-da şaryň üstündäki her bir ýarym meridian şol bir wagtyň özünde ortodromiýa hem-de loksodromiýa bolup biler.

Polýar nokatlary ugur gatnaşygynda ajaýyp aýratynlyklary alýar.

Globusyň üstünde loksodromiýany, ýagny aralyk ugry geçirmek üçin aşakdaky işler amala aşyrylýar. Meselem, ugry DGd geçirmeli diýeliň. Onda meridianyň berlen nokadyndan **45°-lyk** (beýlei ululykdaky burçlaryň hem berilmegi mümkindir) burç gurmak zerur diýeliň. Globusyň üstündäki nokatdan burçy gurýarys we alnan ugry (çyzgy) indiki meridian bilen kesişýänçä dowam etdirýäris. Täze nokatda ýene-de **45°-lyk** burçy transportiriň kömegi bilen gurýarys. Işi ýene-de dowam etdirýäris. Netije-de döwür çyzygy alarys. Ol bolsa öz gezeginde her nokatda demirgazyk ugra tarap öwrülýär. Şu çyzygyň çäginde polýusyň töwereginde spiraly emele getirýär. Bu bolsa meridianlaryň ýakynlaşma burçy bilen baglanyşyklydyr.

Globusyň ýa-da ýaryň üstünde ortodromiýanyň we loksodromiýanyň ugruny bilmeklik deňiz we howa hereketlerini amala aşyrmakda wajyp bahalary alýar.

## IV. AZIMUTAL PROJĖKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

### 4.1. Projeksiýalar barada gysgaça maglumat

Kartografiki projeksiýalaryň iň köp ýaýran gurluşy hökmünde ýoýulmalaryň häsiýeti we meridianlaryň we parallelleriň normal tory durýar.

Ýoýulmalaryň häsiýetleri boýunça projeksiýalar esasy üç topara: *deňburçly*, *deňululykly* we *erkin* ýalylara bölünýär.

*Deňburçly projeksiýalar* – bu projeksiýalarda burç ýoýulmasy ýokdur. Ýagny  $\omega = 0$ ,  $\varepsilon = 0$  we  $\theta = 0$  bahalary alýar. Şol bir nokatdan dürli ugurlar boýunça hususy masştablar birmeňzeş: ýagny  $m = n = \mu_1 = \mu_2 = \dots$  Bolýar.

Eger-de hususy masştabyň formulasynda  $m = n$  bahany goýsak, onda esasy şerti alarys:

$$\operatorname{tg} \frac{w}{2} = \frac{a-b}{2}; \operatorname{tg} \left[ 45^\circ + \frac{w}{4} \right] = a.$$

Bu projeksiýalarda tükeniksiz kiçi figuralaryň meýdany meňzeşligi saklanylýar. Şeýle-de Ýer ellipsoidiniň üstünde tükeniksiz kiçi ölçegdäki töwerekler hem kiçi ölçegli töwerekler görnüşinde şekillendirilýär.

Deňburçly projeksiýalaryň kemçiligi bolup, meýdanyň güýçli ýoýulýandygy durýar, ýagny  $p = m_2 = n_2$ .

Deňululykly projeksiýalarda meridianlaryň we parallelleriň arasyndaky burçlar hökmany  $90^\circ$ -a deň bolmalydyr (Emma projeksiýada meridianlar we paralleller bir-birleri bilen özara perpendikulýar bolsalar, onda hökmany ýagdaýda deň burçly projeksiýa diildigi dälidir).

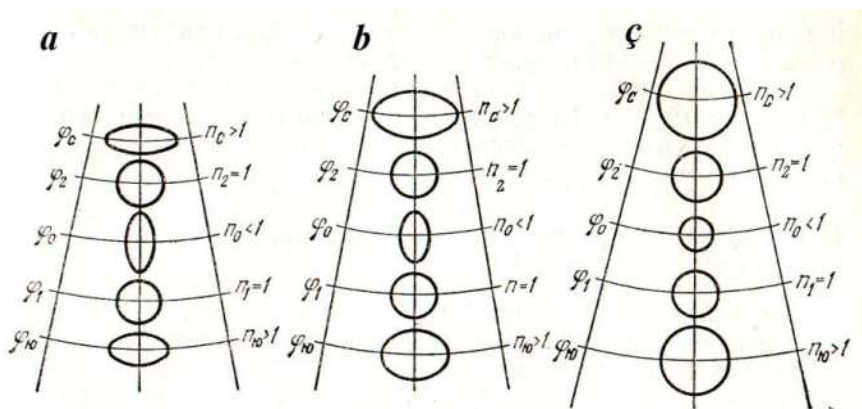
**Deňululykly projeksiýalar** – bu meýdan ýoýulmasynyň bolmadyk kartografiki projeksiýasydyr. Bu projeksiýalarda:  $p = \text{const}$  ýa-da  $p = 1$ ;  $p = a \cdot b = m \cdot n \cdot \sin \theta$ ;  $a = 1 / b$ ;  $b = 1 / a$ . Bu projeksiýalarda diňe bir tükeniksiz kiçi meýdany saklanmak, eýsem islendik ölçegli meýdanlar hemişelik saklanylýar. Kemçilikleri

hökmünde şekillendirilýän territoriýalarda burçlaryň we formalaryň güýçli ýoýulmasy durýar. Deňululykly proyeksiýalarda döwletleriň, materikleriň, deňizleriň we ş.m. Konturlary güýçli ýoýulýar. Ýer ellipsoidiniň tükeniksiz kiçi töwerek meýdany oňa deň bolan ellips ýoýulmasy görnüşinde şekillendirilýär. Ellips ýoýulmasynyň formasy we ölçegleri kartografiki proyeksiýa baglydyr.

Deňululykly proyeksiýada maksimal burç ýoýulmasy ( $\omega$ ) tagnensiň formulasy boýunça hasaplanylýar.

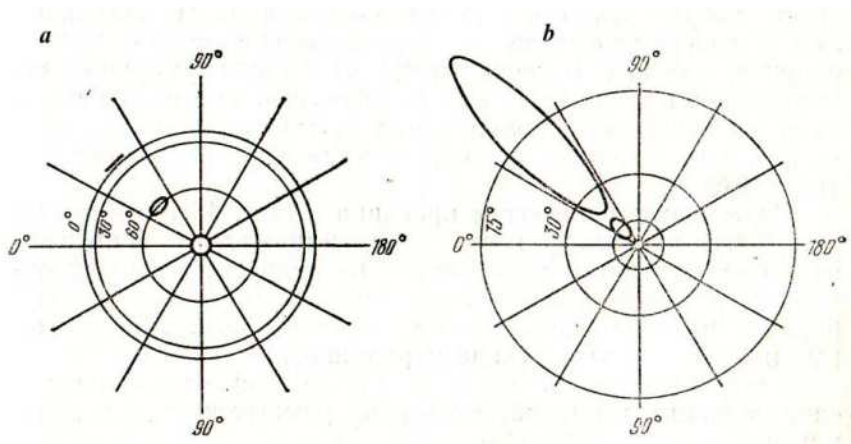
**Erkin proyeksiýalar** – bu proyeksiýalarda burçlar we meýdanlar üýtgeýär. Bu proyeksiýalar deňburçly ýa-da deňululykly proyeksiýalara degişli däl. Ähli erkin proyeksiýalar özleriniň häsiýetleri (gurluşy) boýunça dürli dürlidirler. Olaryň arasynda **deňaralyk** proyeksiýalary tapawutlanýarlar.

**Kartografiki deňaralyk proyeksiýalar** – bu erkin proyeksiýalaryň bir görnüşi bolmak bilen haýsy hem bolsa bir ugurda esasy masştab  $a = 1$  ýa-da  $b = 1$  saklanylýar. Başgaça aýdanda esasy ugurlar boýunça masştab hemişelik saklanýan proyeksiýadyr. Egerde meridianlar we paralleller deňaralyk proyeksiýalarda özar perpendikulýar bolsalar, onda olar esasy (baş) ugurlar  $m = 1$  ýa-da  $n = 1$  bolýar. Onda meýdan masştaby  $p = n$  ýa-da  $p = m$ .



4.1-nji surat. Normal konus proyeksiýalarynda ellips ýoýulmasy:  
**a** - Deňululykly konus; **b** – deňaralyk konus; **ç** – deňburçly konus proyeksiýalar

Bu proyeksiyalarda ýer ellipsoidiniň tükeniksiz iň kiçi töweregi ellips ýoýulmasy görnüşinde şekillendirilýär (4.2-nji surat). Töweregiň radiusy öz ölçeglerini saklaýar ýa-da meridianlaryň ugry boýunça ( $m = 1$ ) ýa-da parallelleriň ugry boýunça ( $n = 1$ )



4.2-nji surat. Ýoýulmalaryň häsiýetleri boýunça azimutal proyeksiýalar: **a** – paralleller boýunça deňaralyk ortografiki azimutal; **b** – erkin gnomoniki azimutal proyeksiýalar.

## 4.2. Kartografiýada ulanylýan proyektirlemegiň görnüşleri

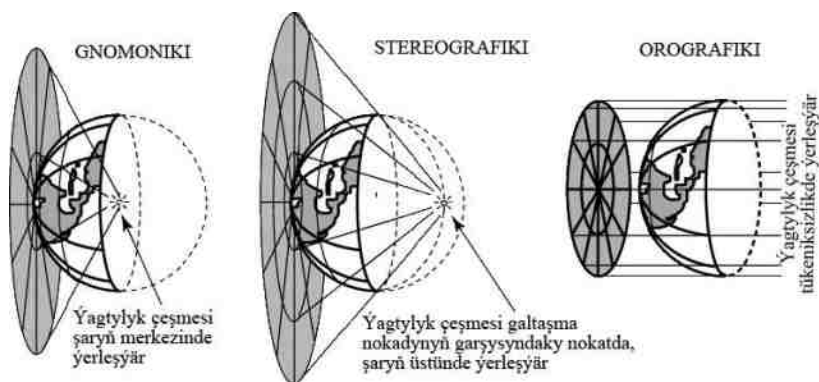
1. Proyektirlemegiň merkeziniň ýerleşmek ýagdaýyna baglylykda proyeksiýalar aşakdaky ýaylara bölünýär (4.3-nji surat):

2. Proyektirlemegiň merkezi Ýeriň merkezi bilen gabat gelse, onda bu proyektirlemege **merkezi** proyektirlemek diýilýär.

3. Proyektirlemegiň merkezi garşydaky galtaşma nokatda bolup, ol diametriň ahyrynda ýerleşse, onda bu proyektirlemege **stereografiki** proyektirlemek diýilýär.

4. Eger-de proyektirlemegiň merkezi tükeniksizlikde ýerleşse, onda bu proyektirlemäge **ortografiki** proyektirlemegi diýilýär.

5. Eger-de proyektirlemegiň merkezi Ýeriň üstündäki nokatda ýerleşen, emma gutarnykly aralykda ýerleşse onda bu proyektirlemege **daşky** diýilýär.



4.3-nji surat. Projektirlemekde merkezi nokadyň ýerleşişine baglylykda proyeksiýalaryň görnüşleri.

### 4.3. Azimutal proyeksiýalar barada düşünje

Globusyň gradus toruny tekizlige dürli geometriki gurmalary gurmak bilen geçirmek bolar.

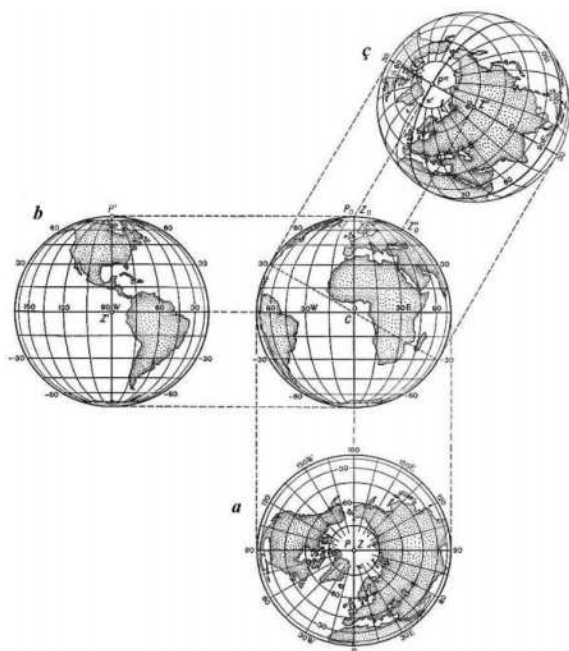
Eger-de gradus toruny gurmaýy görmegiň berlen nokadyndan çykýan şöhleleriň kömegi bilen proyeksitlenýän bolsa, onda bular ýaly gurmaýyň *perspektiw* usuly diýilýär (4.4-nji surat).

Eger-de globusyň gradus toruny tekizlige geçirmekde başga geometriki usullar ulanylýan bolsa, onda bular azimutal proyeksiýalary *perpektiw däl* diýilýär.

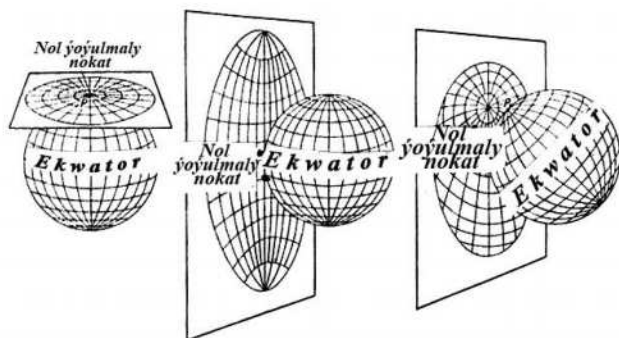
Ondan başga-da dürli geometriki gurmalara bagly bolmadyk azimutal proyeksiýalar esasy üç topara bölünýär. Olardan: globusyň okyna baglylykda kartina (surat) tekizlikleri alynýar.

Eger-de globusyň gradus torunyň geçirilýän tekizligi, onuň okuna perpendikulýar ýerleşen bolsa, onda globusyň polýusy kartanyň merkezinde ýerleşer. Bu bolsa azimutal *normal* (polýar) proyeksiýasy (suratda I) bolar.

Eger-de kartina (surat) tekizligi globusyň okuna parallel ýerleşen bolsa, onda globusyň ekwator tekizligi kartanyň tekizligini göni çyzyk bilen kesip geçer. Bu bolsa *azimutal ekwatorial* proyeksiýasy (suratda II) bolar. Bu kartada ekwtoryň çyzygy kartanyň orta bölaginde ýerleşýär (4.5-nji surat).



4.4-nji surat. Azimutal proyeksiýalar we olaryň emele gelşi.



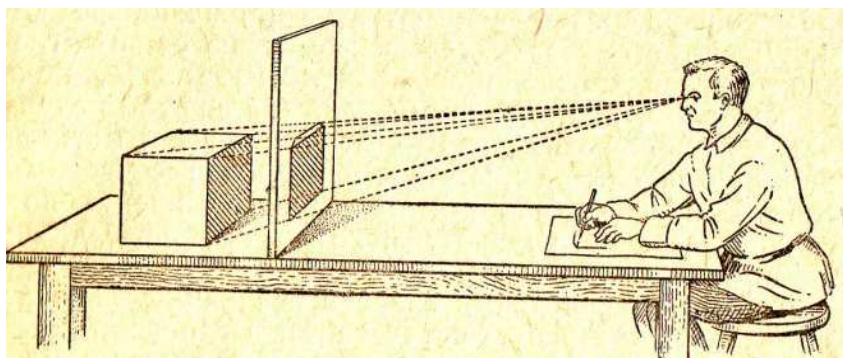
4.5-nji surat. Azimutal proyeksiýalary görnüşleri.

Eger-de kartina (surat) tekizligi globusyň okuna ýapgyt ýerleşen bolsa, şeýle-de kartanyň merkezinde haýsy hem bolsa



globusyň polýusy bilen ekwatoryň arasyndaky aralyk nokatda ýerleşse **azimutal gorizont** proyeksiýasy alynýar.

**Azimutal proyeksiýada** ellipsoidiň üstündäki meridian we parallelleriň tory Ýer ellipsoidine galtaşýan ýa-da kesýän tekizlige (üste) geçirilýär. Kesişme nokadyň ýerleşişine (ellipsoidiň üstünde) baglylykda azimutal proyeksiýalar Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstüň (tekizliginiň) oriýentirlenişi boýunça azimutal proyeksiýalar tapawutlanýarlar (4.6-njy surat).



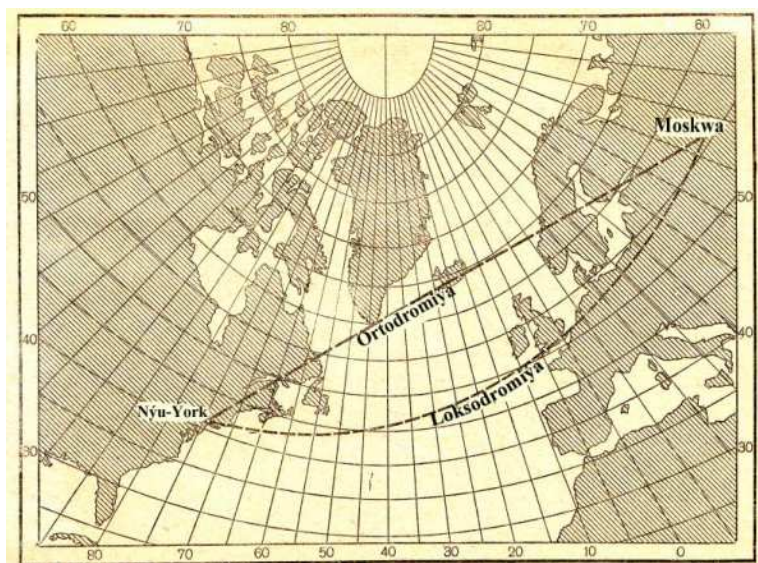
4.6-njy surat. Perspektiw proyeksiýalarynyň emele gelşine degişli mysal

Perspektiwaly proyeksiýalary guranda globusyň gradus toruny bir nokatdan çykýan şöhleler bilen proyektirleýärler.

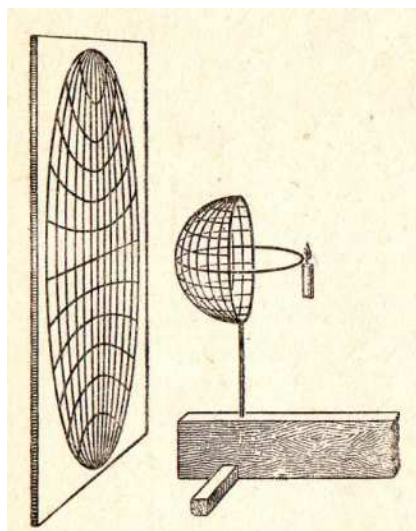
Bu prosess penjräniň aýnasynda köçede ýerleşen predmetleriň çekilişine meňzeşdir. Predmetiň her bir nokadynda suratkeşiň gözüne gelýän şöhleler öz ýolunda aýnanyň tekizliginde kesişýärler. Bu nokatlaryň toplumu aýnada şöhleleriň köýlügi çyzyklary, olar hem öz gezeginde aýnanyň tekizliginde predmetiň şekilini berer.

Gözüň ýagdaýyna görüş **nokady** diýilýär. Aýna biziň ýagdaýymyza surat tekizligi bolup hyzmat edýär. Berlen mysalda surat tekizligi görüş nokady bilen şekillendirilýän predmetiň arasynda ýerleşendir.

Başga-ça bu üç elemetleriň perspektiwanyň dürli gurmasyny almak üçin dürli görnüşde ýerleşmegi mümkindir. Diapozitiwleri

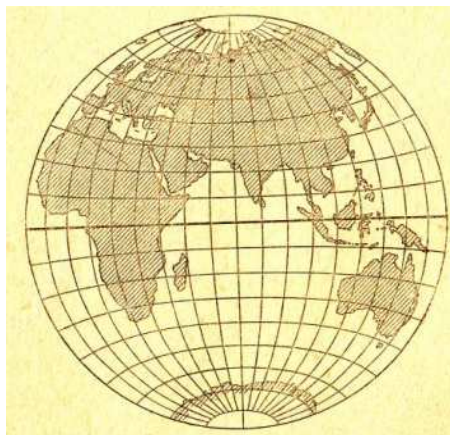


4.7-nji surat. Ortodromiýa we loksodromiýa gorizontál azimutál proyeksiýalarda

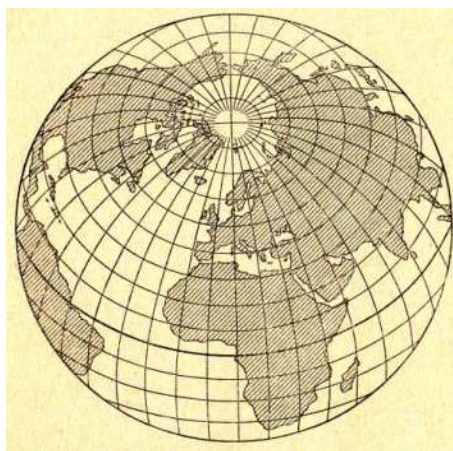


4.8-nji surat. Stereografiki ekwatorial azimutál proyeksiýasynyň alnyşy.

demonstrasiýa etmekde surat tekizligi bolup ýaýlym (ekran), emma proyektirlenýän predmet surat tekizligi bilen görüş nokady – lampanyň arasynda ýerleşendir (4.7, 4.8, 4.9, 4.10-njy suratlar).



4.9-njy surat. Lambertiniň ekwatorial proyeksiýasy (toruň gürlügi  $15^\circ$ -dan)



4.10-njy surat. Labertiniň gorizontál deň ululykly proyeksiýasy (toruň gürlügi  $15^\circ$ -dan)

Bu ýagdaýda şekiliň ulalmagy amala aşyrylýar, emma birinji ýagdaýda perspektiw şekili peredmetiň ölçeglerinden kiçi alynýar.

Ekwatorial proyeksiýalarda gündogar we günbatar ýarym şarlary ýerleşdirmek bolar.

Surat tekizligi hökmünde ekwatoryň islendik nokadynda globusa galtaşýan meridianlaryň we parallelleriň tekizligi durýar.

Bu proyeksiýada şekillendirilýän ýarym şaryň diametrinde, ekwatorynyň gapma garşylykly merkezinden geçýän ýyklandyryjy ornaşdyrylýan. Şöhlelendiriji nikatdan çykýan şöhleler surat tekizligini emele getrýar.

#### 4.4. Azimutal proyeksiýalaryň umumy deňlemeleri

Azimutal proyeksiýalar kiçi masştably kartalar üçin ulanylýar, şonuň üçin hem kartalaşdyrylýan üsti şar hökmünde kabul edýärler. Bu proyeksiýalary umumy formulalary aşakdaky ýaly berilýär:

$$1. \rho = f(\varphi); 2. \delta = \lambda; 3. x = \rho \cdot \cos \delta; 4. y = \rho \cdot \sin \delta;$$

$$5. m = -\frac{d \cdot \rho}{R \cdot d\varphi}; 6. n = \frac{\rho}{r}; 7. p = m \cdot n;$$

$$8. \sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b} \quad ýa-da \quad \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\omega}{4}\right) = \sqrt{\frac{a}{b}}.$$

Azimutal proyeksiýalarda polýar radiusy ( $\rho$ ) kesgitleýän funksiýanyň görnüşi şekillendirmegiň berlen şertleri (deňburçly, deňululykly ýa-da erkin) bilen kesgitlenilýär (4.11-nji surat).

Normal azimutal proyeksiýalarda esasy ugurlar meridianlaryň we parallelleriň ugry bilen bagat gelýär, şonuň üçin hem meridianlar ( $m$ ) we peraleller ( $n$ ) boýunça masştablar ekstremaldyrlar.

$\delta$  – polýar koordinata;  $K$ -integrirlemegiň hemişeligi,  $\rho$  – polýar radiusy.

$$1. \delta = a;$$

$$2. \rho = 2R \cdot \sin z/2;$$

$$3. x = \rho \cdot \cos \delta;$$

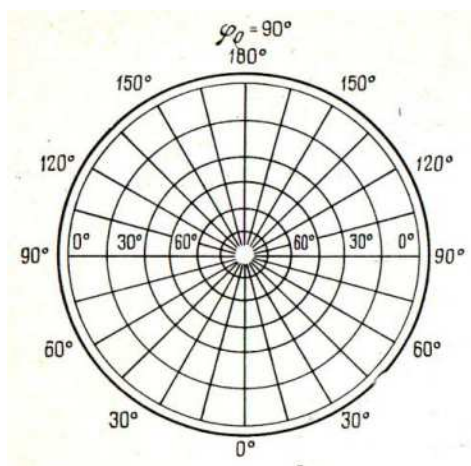
$$4. y = \rho \cdot \sin \delta;$$

$$5. \mu l = \cos z/2;$$

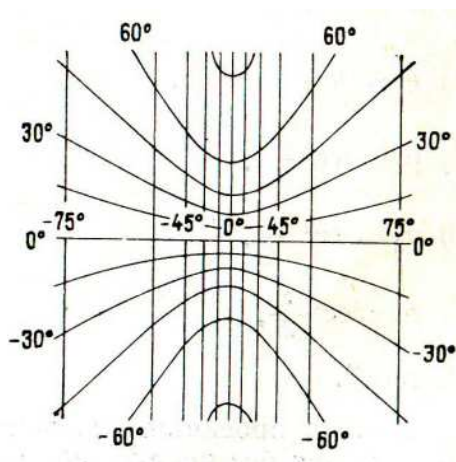
$$6. \mu_2 = \sec z/2;$$

$$7. p = 1;$$

$$8. \sin w/2 = \operatorname{tg} (45^\circ + \omega/2).$$



4.11-nji surat. Deňululykly normal azimutal proyeksiýasy we onuň umumy formulalary.



4.12-nji surat. Kese gnomoniki proyeksiýa we onuň umumy deňlemeleri.

Normal gnomoniki proyeksiýanyň formulalarynyň ýapgyň proyeksiýanda  $z-i$  ( $90^\circ - \varphi$ ) we  $a$  bilen  $\lambda$  çalyşmak bilen almak bolar (4.12-nji surat). Olar aşakdaky ýaly berilýär:

1.  $\delta = \lambda$ ; 2.  $\rho = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ ;
3.  $x = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi \cdot \cos \lambda$ ;
4.  $x = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \lambda$ ;
5.  $m = \operatorname{cosec} 2 \varphi$ ; 6.  $n = \operatorname{cosec} \varphi$ ;
7.  $p = \operatorname{cosec} 3 \varphi$ ;
- $\sin \omega/2 = \operatorname{tg} 2(450 - \varphi / 2)$



## V. SILINDRIK PROJĖKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

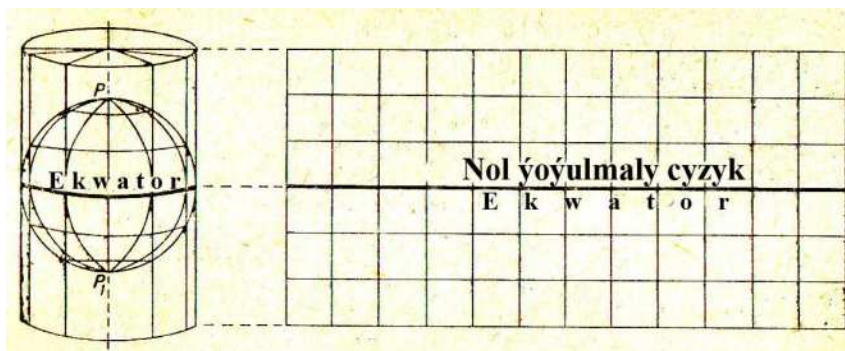
### 5.1. Umumy düşünje

Silindrik proyeksiýalary globusyň gradus toruny silindriň gapdal üstünde proyektirlemek bilen alýarlar. Soňra silindri emele gelişi boýunça kesilýär we tekizlige öwürülýär. Silindriň öwürülmegi hem proyeksiýada gradus toruny berýär. Silindrik proyeksiýalaryň dürli görnüşliligi globus bilen silindriň otnositel ýerleşmegine bagly bolýar.

Silindr globusa ekwatorda galtaşyp biler. Bu ýagdaýda silindriň oky bilen globusyň oky bir - birleri bilen gabat gelýär. Bu ýagdaýda normal silindrik proyeksiýasy alynýar (5.1-nji surat).

Bu proyeksiýada gradus torlary - ýagny **meridianlar** we **paralleller** göni çyzyklary alýar. Meridianlar ekwatora perpendikulýar ýerleşýärler. Olaryň arasyndaky aralyklar bir meňzeşdir. Käbir ýagdaýlarda proyeksiýanyň gradus torlaryna normal torlar diýilýär.

Eger-de silindr globusyň üstüne haýsy hem bolsa meridian boýunça galtaşýan bolsa, onda kese silindrik proyeksiýasy diýilýär. Silindriň oky bu ýagdaýda globusyň ekwator tekizliginde ýatýar.



5.1-nji surat. Normal silindrik proyeksiýasy

Silindrik üsti globusa baglylykda silindriň oky globusyň okuny ýiti burç bilen keser ýaly ýerleşdirmek bolar. Bu bolsa öz

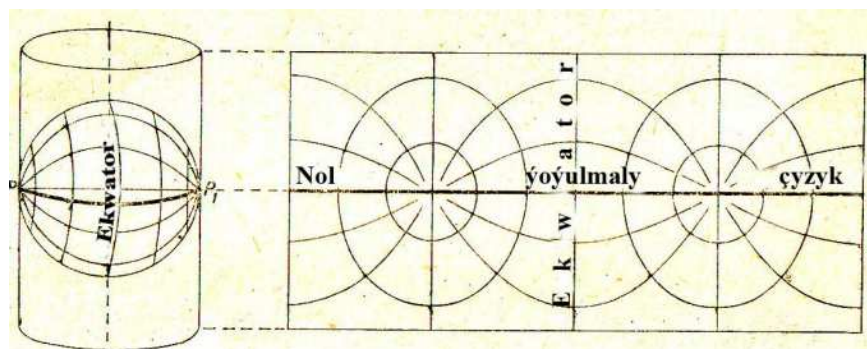
gezeginde ýapgyt silindrik proyeksiýanyň alymagyna getirýär. Ýapgyt silindr globusa uly tegelek boýunça ýiti burçy döretmek bilen kesip geçer.

**Kese** (5.2-nji surat) we **ýapgyt** silindrik proyeksiýalarda meridianlar we paralleller eýýäm göni çyzyk görnüşli bolman, eýsem dürli dugalaryň we egrileriň formalarynda bolýar.

Dürli silindrik proyeksiýalarda globusyň gradus torlaryny silindriň gapdal üstünde geçirmeginiň dürli usullary täsir edýär.

Silindrik torlary gurmagyň käbir görnüşlerinde **perspektiw** gurmalar ulanylýar. Bu ýagdaýda alnan proyeksiýa perspektiw silindrik proyeksiýa diýilýär.

Bu proyeksiýalara: Ýetçiň proyeksiýasy, izosilindrik, Braunyň proyeksiýasy we ş.m. bellemek bolar. Olar göni galtaşýan üste proyektirleýji şöhleler arkaly geçirilýär.



5.2-nji surat. Ýapgyt silindrik proyeksiýasy.

Silindrik proyeksiýa - Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň üstündäki meridianlaryň we parallelleriniň tory galtaşýan silindriň gapdal üstüne teswirlenýär we silindir kesilip, tekizlige ýazylýar. Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstüne oriýentirlenişine baglylykda silindrik proyeksiýalar:

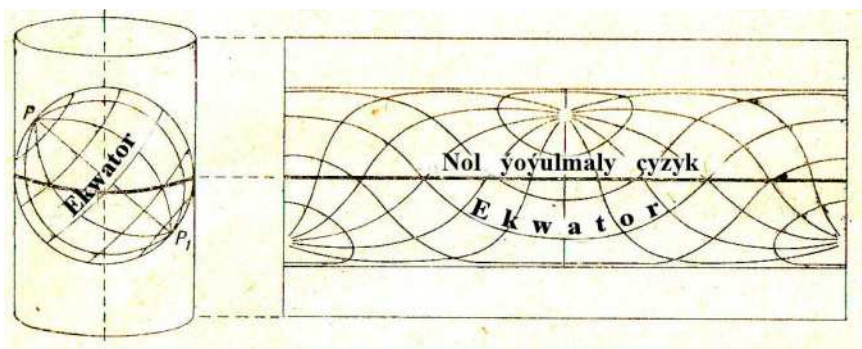
Normal silindrik proyeksiýa bu silindriň oky Ýer ellipsoidiniň kiçi oky bilen gabat getirilip, silindriň gapdal üstüne teswirlenýär. Meridianlar, bu ýagdaýda deň duran paralleller görnüşindedir, paralleller bolsa göni çyzyklardyr we olara özara perpendikulýar



ýerleşdirilendir. Normal proyeksiýa ekwatoryň ugrunda we oňa ýakyn ýerleşen ýeriň çäkleri üçin ulanmak amatlydyr. Silindirik proyeksiýalar dün-ýäniň kartasyny düzmek üçin giňden ulanylýar. Merkatoryň deň burçly normal silindirik proyeksiýasynda, deňiz kartalary düzülýär.

Kese silindirik proyeksiýa haçan-da silindiriň oky ekwatoryň tekizliginde ýatyrylyp, silindriň gapdal üstüne teswirlenilse alynýar. Bu proyeksiýa meridianlar boýunça ýazylan ýeriň çäklerini şekillendirmekde ulanylýar.

Ýapgyt silindirik proyeksiýa - bu silindriň oky bilen Ýer ellipsoidiň kiçi okunyň arasynda ýiti burç emele getirilip, silindriň gapdal üstüne teswirlenýär (5.3-nji surat).



5.3-nji surat. Lambertiniň normal silindirik proyeksiýasy we ýöýulmalaryň ýaýraýşy.

Kese we ýapgyt (5.3-nji surat) silindirik proyeksiýalarda meridianlar we paralleller egri çyzýklar görnüşinde şekillendirilýär.

Göni galtaşýan silindr globusyň ekwator tekizliginde silindriň tekizligi bilen ýazylýar we globusyň ekwatorynyň uzynlygyna deň bolan göni çyzýga öwrülýär. Şonuň üçin hem şu proyeksiýalar toparynda esasy masaştab ekwatorda saklanylýar.

Şeýle-de kartalarda ähli paralleller globusyň ekwatorynyň uzynlygyna deňdir. Şuňa baglylykda paralleller globusyň ekwatoryndan näçe uzaklaşsa şonça-da silindriň gapdal üstüne

parallelleri geçirende güýçli süýndirilýär. Bu ýagdaýda hususy masştablar kartanyň dürli ýerlerinde giňligiň artmagy bilen üýtgeýär.

Paralleller boýunça hususy masştabynyň we onuň giňliginiň arasyndaky arabaglanyşygy natematiki çykaralýň.

Onuň üçin kartada we globusda şol bir paralleliň uzynlygyny deňeşdireliň. Normal sisindrik proyeksiýada düzülen kartadaky islendik paralleliň uzynlygy globusyň ekwatorynyň uzynlygyna  $LP=2 \cdot \pi \cdot R$  deňdir. Globusdaky şol bir paralleliň uzynlygy  $LP = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \cos \varphi$  formula boýunça hasaplanylýar.

Kartadaky paralleliň uzynlygy globusdaky şol parallelden näçe esse uzyndygyny hasaplap çykaralýň. Onuň üçin:

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot R}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \cos \varphi} = \frac{1}{\cos \varphi} = \sec \varphi.$$

Parallelleriň hususy masştablary giňligiň sekonsyna proporsionallykda artýar.

Silindrik proyeksiýalarda meridianlar boýunça masştablar dürli ululyklarda bolýarlar.

Bu proyeksiýa **Lambert** tarapyndan hödür edilýär. Proyeksiýanyň kartografiýa ylmynda izosilindrik proyeksiýasy diýilýär. Beýle diýilmegi kartanyň meýdanynyň esas hökmünde alnan globusyň meýdanyna deň bolmagy bilen düşündirilýär.

## 5.2. Silindrik proyeksiýalarda hususy masştabyň kesgitlenişine degişli mysallar

**1-nji mysal.** 75-nji parallelde hususy masştabyň ululygyny kesgitlemeli.

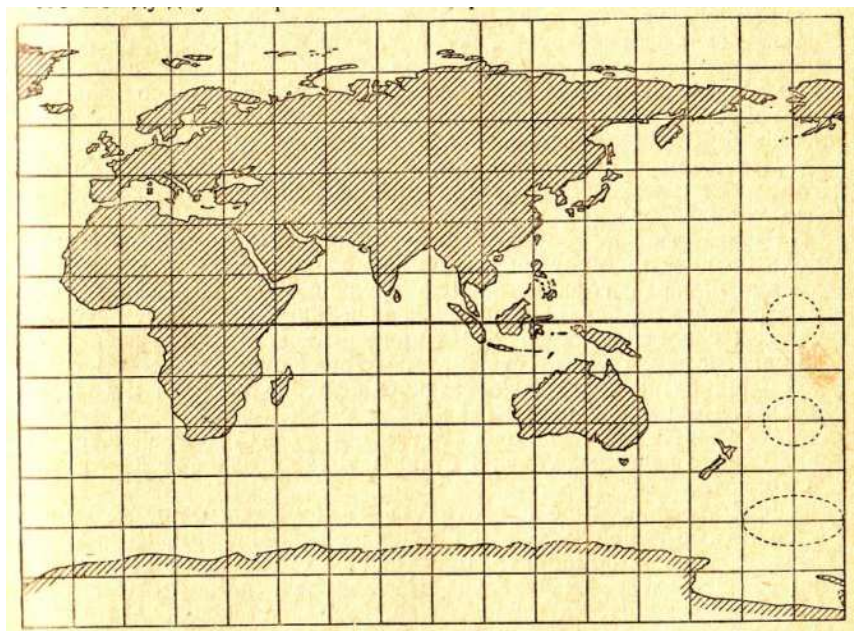
**Çözüdi.** Natural trigonometriki tablisadan ýa-da funksional hasaplaýyş maşynkasyndan kosinusyň **75°-lyk** bahasyny tapalýň. Ol biziň mysalymzda **0.25882** baha deňdir. Kosekans **kosinusyň** ters funksiyasy bolanlygy sebäpli **sekans**  $= 1/0.25882 = 4$  (tegeleklände) deň bolar. Onda **75°-lyk** parallel boýunça hususy masştab esasy masştabdan **dört** (4) esse uludyr.

**2-nji mysal.** Haýsy parallelde hususy masştab esasydan **3** esse uly?

**Çözüdi.** Hususy masştab esasy masştabdan şol parallelde 3 esse uly bolar. Giňligiň sekonsy haçan 3-e deň bolýar. Ýagny ol  $\cos \varphi = 1/3$  ýa-da **0.333333** bahada deň bolar.

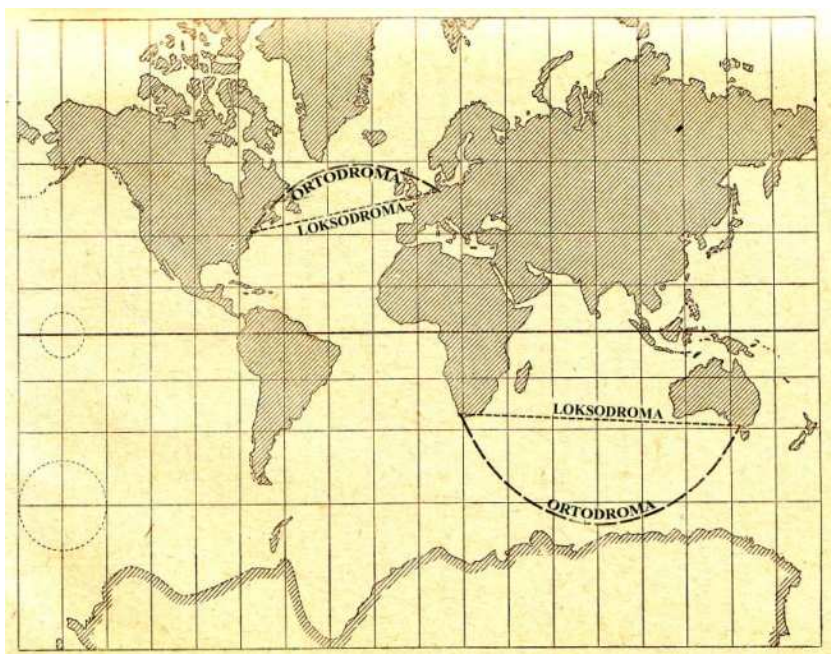
Proýeksiýalarda gönüburçly koordinatlar sistemasy giňden ulanylýar. Olarda  $x$  we  $y$  aşakdaky ýaly berilýär:

$$x = f(\varphi); y = \lambda \cdot \alpha.$$



5.4-nji surat. Kwadrat silindrik normal proýeksiýasy we onda ýoýulmalaryň ýaýraýşy

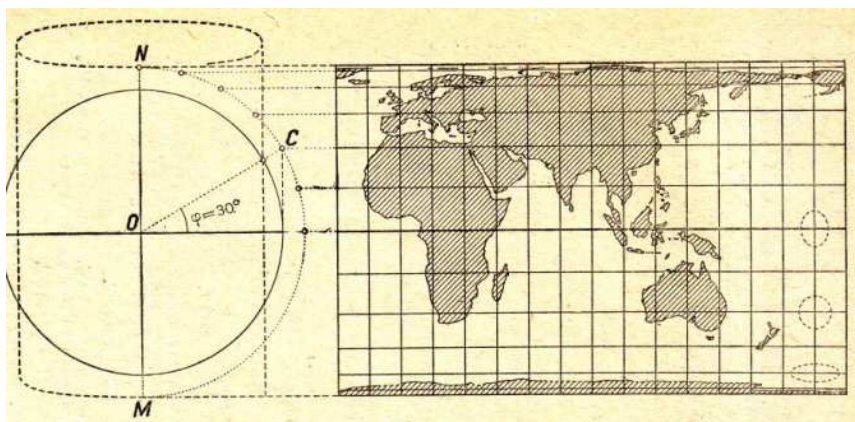
Golland kartografy Gerard Merkator (1512-1594 ýý.) XVI asyryň ikinji ýarymynda akyp baran işleri kartografiýada uly özgerişleri amala aşyrdy (5.4, 5.5-nji suratlar). Ol 1569-njy ýylda dünýä kartalary üçin deňburçly silindrik proýeksiýany teklip edýär (5.1-nji tablisa ).



5.5-nji surat. Gerard Merketoryň konform silindrik proyeksiýasy we onda ortodromiýanyň we loksodromiýanyň berlişi.

5.1-nji tablisa

Geografiki giňlik, $\varphi$	$m$	$n$	$p$	$\omega$
90°	1.866	$\infty$	-	180°
75°	1.482	3.333	4.960	45°24'
60°	1.244	1.732	2.155	18°53'
45°	1.091	1.225	1.339	6°30'
30°	1.000	1.000	1.000	0°30'
15°	0.949	0.897	0.851	3°10'
0°	0.933	0.866	0.808	4°16'



5.6-njy surat. Bermanyň deňululykly proyeksiýasy we onda  
ýoýulmalaryň häsiýetlendirilişi

Nemes alymy Berman 1909-njy ýylda dürli görnüşli 15  
proyeksiýany işläp taýýarlaýar we ýarym we бүtewi ýer şarlarynyň  
kartasyny düzmekde ulanylýar (5.6-njy surat).

### 5.3. Normal silindrik proyeksiýalaryň häsiýetleri

$f$  proyeksiýanyň absissasyny kesgitleýän funksiýadyr, ol bolsa  
öz gezeginde deňburçlulyk, deňululyk we deňaralyk şertlerini  
saklaýar. Ol hem silindrik proyeksiýalaryň goýlan şertlerine  
baglylykda meridianlar boýunça deňululykly, deňburçly we  
deňaralyk şertlerini saklaýar. Sanalan proyeksiýalardan daşary  
ýoýulmalaryň berlen ýaýramagy bilen erkin we geometriki ýol bilen  
alynýan perspektiw – silindrik proyeksiýalar hem bardyr.

Kartalaşdyrylýan üst bu proyeksiýalarda ellipsoidiň ýa-da  
şaryň üst hökmünde kabul edilýär.

Normal silindrik proyeksiýalarda esasy ugur meridianlar we  
paralleller bilen gabat gelýär. Şonuň üçin hem meridianlar we  
paralleller boýunça masştablar ekstremaldyrlar.

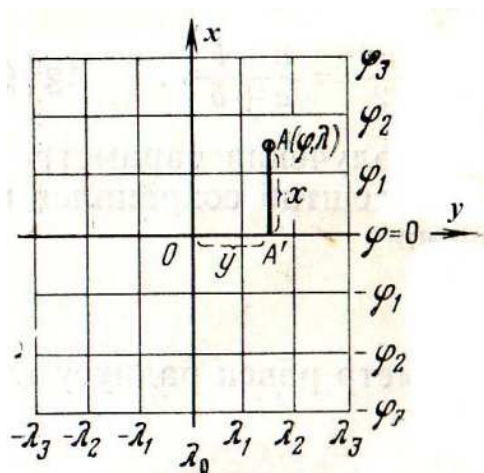
### 5.4. Silindrik proyeksiýanyň umumy teoriýasy

Silindrik proyeksiýanyň normal tory özara perpendikulýar  
göni çyzyk görnüşinde bolýar. Meridianlar bir-birinden birmenežes



aralykda, emma parallelleri göni çyzykdyr. Olaryň arasyndaky aralyk proyeksiýanyň häsiýetine baglylykda üýtgeýär.

Proýeksiýanyň umumy formulalary:  $x = f(\varphi)$ ;  $y = \beta \cdot \lambda$ . Bu ýerde  $\beta = \text{const}$  (proýeksiýanyň parametri).  $x$  - oka derek haýsy hem bolsa meridianlaryň birini alýarlar,  $y$  – oky hökmünde bolsa ekwator ýa-da parallelleriň biri alynýar (5.7, 5.8-nji suratlar).



5.7-nji surat. Silindrik proýeksiýalarda geografiki we gönüburçly koordinatlar sistemalaryň berlişi.

Normal silindrik proýeksiýalaryň umumy formulalary:

$$1. x = f(\varphi); \quad 2. y = \beta \cdot \lambda; \quad \beta = \text{const};$$

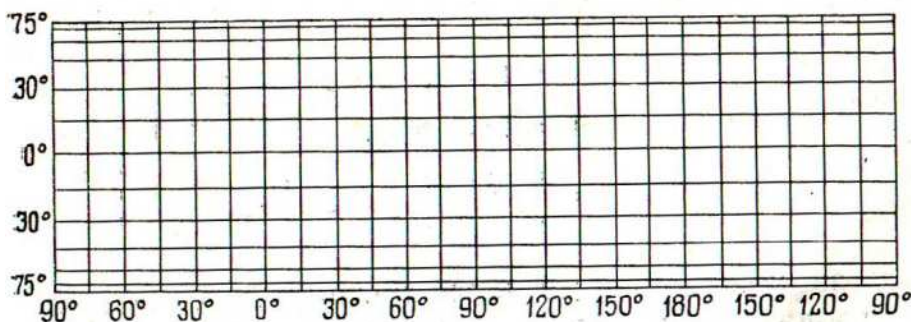
$$3. m = \frac{\sqrt{e}}{M} \text{ bu ýerde } e = \left( \frac{dx}{dy} \right)^2; \quad m = \frac{dx}{M \cdot d\varphi};$$

Sonuň üçin hem

$$4. n = \frac{\sqrt{g}}{r} \text{ bu ýerde } g = \left( \frac{dy}{d\lambda} \right)^2 = \beta^2; \text{ emma } n = \frac{\beta}{r};$$

$$5. p = m \cdot n$$

$$6. \sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}; \quad \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\omega}{4}) = \sqrt{\frac{a}{b}}.$$



5.8-nji surat. Deňululykly proyeksiýanyň umumy deňlemeleri:

$$x = R \cdot \sin \varphi; \quad 2. \ y = R \cdot \lambda; \quad 3. \ n = \sec \varphi; \quad 4. \ m = \cos \varphi; \quad 5. \ p = 1; \\ 6. \ \operatorname{tg}(45^\circ + \omega/4) = \sec \varphi.$$

### 5.5. Kese silindrik proyeksiýanyň umumy deňlemeleri

Ýapgyt we kese silindrik proyeksiýalarynda kartalaşdyrylýan üsti şar hökmünde kabul edýärler (5.9-njy surat). Bu proyeksiýalary almak aşakdaky tapgyrlardan durýar:

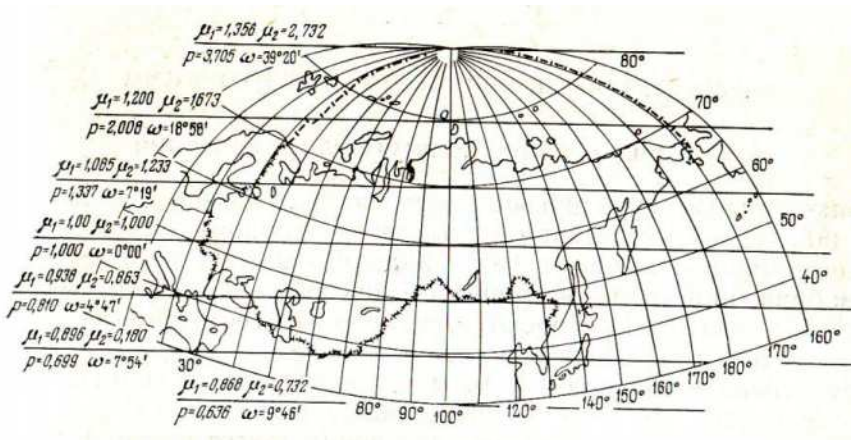
- ellipsoidiň üstünden şara geçmek (uly masştably kartalar üçin) ýa-da şaryň radiusyny (**R**) kesgitlemek;
- polýuslaryň koordinatlaryny  $Q(\varphi_0, \lambda_0)$  kesgitlemek;
- geografiki koordinatlar sistemasyndan ýapgyt ýa-da kese sistemalara geçmekden ybaratdyr.

Gauss - Lambertiniň deňululykly kese silindrik proyeksiýanyň umumy deňlemeleri aşakdaky ýaly berilýär:

$$1. \ x = R \cdot a;$$

$$2. \ y = \frac{R}{\operatorname{Mod}} \cdot \lg \operatorname{ctg} \frac{z}{2};$$

$$3. \ \mu = \operatorname{cosec} z; \quad 4. \ p = \operatorname{cosec} 2 z; \quad 5. \ \omega = 0$$



5.9-njy surat. Ýapgyt perspektiw-silindrik proyeksiýanyň GDA-nyň kartalaryny düzmekde ulanylyşy.

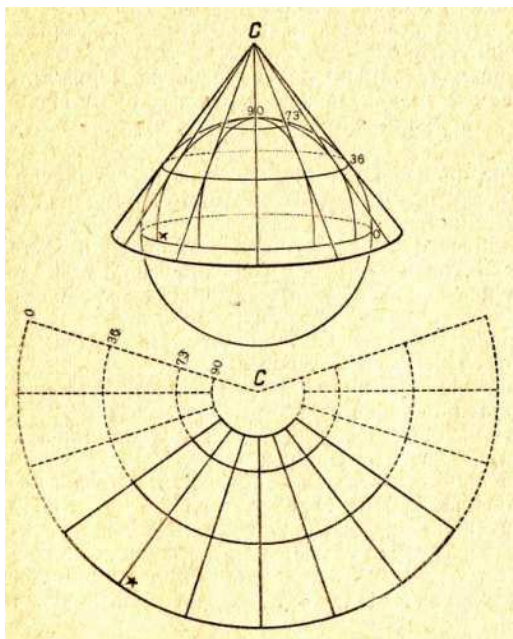


## VI. KONUS PROJĖKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

### 1. Umumy düşünje

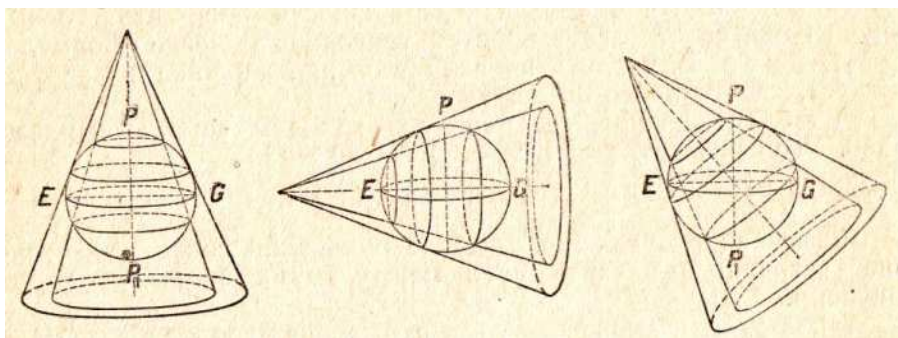
Geometriýadan belli bolşy ýaly konusyň üstüni tekizlige onuň depesinden esasyna çenli aralykda kesmek bilen öwürmek we tekizlik bilen gabat getirmek bolar. Şonuň üçin konus dürli görnüşli gradus torlaryny almak maksady bilen ulanylýar.

Eger-de meridianlar her  $15^\circ$ -lyk uzaklykdan geçirilen bolsa, onda bölmeleriň ählisi 24-e deň bolar. Şonuň bilen birlikde globusdan ýazylan (öwrülen) konusa hemma meridianlar geçirilýär (6.1-nji surat).

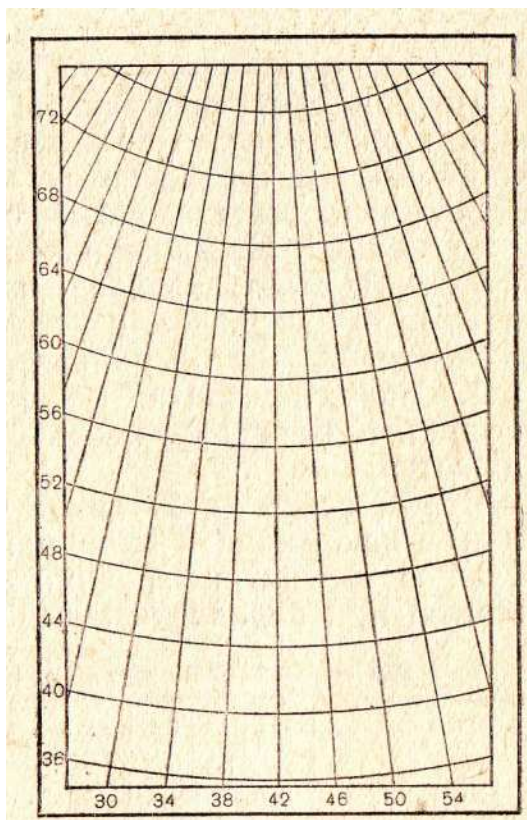


6.1-nji surat. Globusdan tekizlige öwürlmegiň esasy prinsipleri.

Gurulmagy boýunça konus proyeksiýalary edil silindrik proyeksiýalary ýaly **perspektiw** we **perspektiw däl** görnüşlere bölünýär.



6.2-nji surat. Konus proyeksiýalaryň görnüşleriniň alnyşy.



6.3-nji surat. Klawdiý Ptolomeýiň deňaralyk konus proyeksiýasy

Adaty kartalarda perspektiw däl proyeksiýalar giňden ulanylýar. Ýagny bu proyeksiýalar perspektiw proyeksiýalar bilen deňeşdirende köp sanly gymmatly gurluşlary alýarlar (4.2-nji surat).

Konus proyeksiýalaryň esasy häsiýetleri (gurluşy) edil sislindrik proyeksiýalar ýaly esasy üç görnüşli bolýar:

1. Deňaralyk proyeksiýalar parallelleriň arasynda deňaralygy alýarlar. Olar Posteliň azimutal we kwadrat silindrik proyeksiýalaryna deňgishlidir;

2. Deňululykly konus proyeksiýalarynda tordaky parallelleriň raduslary kartalaryň gradus öýjükleriniň meýdany globusdaky degişli gradus öýjükleriniň meýdanyna deň bolar ýaly hasaplanylýar;

3. Konform we deňburçly konus proyeksiýalarynda parallelleriň radiuslary, sudurlaryň çäkleriniň meňzeşligini saklar ýaly derejede hasaplaýarlar. Bu konus proyeksiýalary steografiki proyeksiýalaryna we Merkatoryň silindrik proyeksiýasyna meňzeşdir.

## 6.2. Konus proyeksiýalaryň käbir paramatrlerini hasaplamak

Ýönekeý konus proyeksiýany ilkinji bolup eramyzyň başlarynda gadymy grek alymy **Klawdiý Ptolomeý** (b.e. 100-178 ýý.) hödürleýär. Proyeksiýa galtaşýan konusda gurulýar (6.3-nji surat).

**1-nji mysal.** Ptolomeýiň proyeksiýasyny **1:200 000 000** masştabda guralyň.

**Gurmak.** Berlen masştabda **3.18 sm** radiusly töwerek geçireliň 45°-lyk parallele galtaşma çyzyk geçireliň we ony globusyň oky bilen kesişýänçä dowam etdireliň. Kesişme nokady konusň depesini berer. Konusň depesinden galtaşma nokadyna çenli aralyk galtaşma paralleliň radiusyny geçirmek üçin esas bolar.

Kagyzyň boş ýerinde konusň depesini aňladýan nokady saýlap alalyň we kartanyň orta meridianyny geçireliň.

Konusň depesinden (sistemanyň merkezi hökmünde) tapylan radius boýunça paralleli geçireliň. Orta meridian boýunça galtaşýan parallelden demirgazyga we günorta ugurlarda giňlik boýunça her **10°-dan** parallelleri, goňşy egri meridianlaryň dugasyna

deň bolan aralyklary almak bilen goýýarys. Hasaplamak adaty mysallar boýunça aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360^{\circ}} = \frac{20 \text{ sm} \cdot 10^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{200 \text{ mm}}{36} = 5.5 \text{ mm}.$$

Galtaşýan parallel boýunça demirgazyga we günorta ikilenç, üçlenç we ş.m. meridianyň hasaplanan dugasyny alyp goýýarys.

Alnan nokatlar boýunça konusnyň depesinden parallelleriň konsentrik dugasyny deň aralyklardan geçirýärler.

### 6.3. Konus proyeksiýalarda ýoýulmalaryň berlişi

Meridianlary geçirmek üçin meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny  $45^{\circ}$ -lyk parallel boýunça hasaplamak zerurdyr. Ol aşakdaky formula boýunça  $\delta = \lambda \cdot \sin \varphi$  hasaplamak bolar. Biziň mysalymyzda  $\delta = 10^{\circ} \cdot \sin 45^{\circ} = 10^{\circ} \cdot 0.70 = 7.0 \text{ sm}$  bolar (6.1-nji tablisa).

6.1-nji tablisa

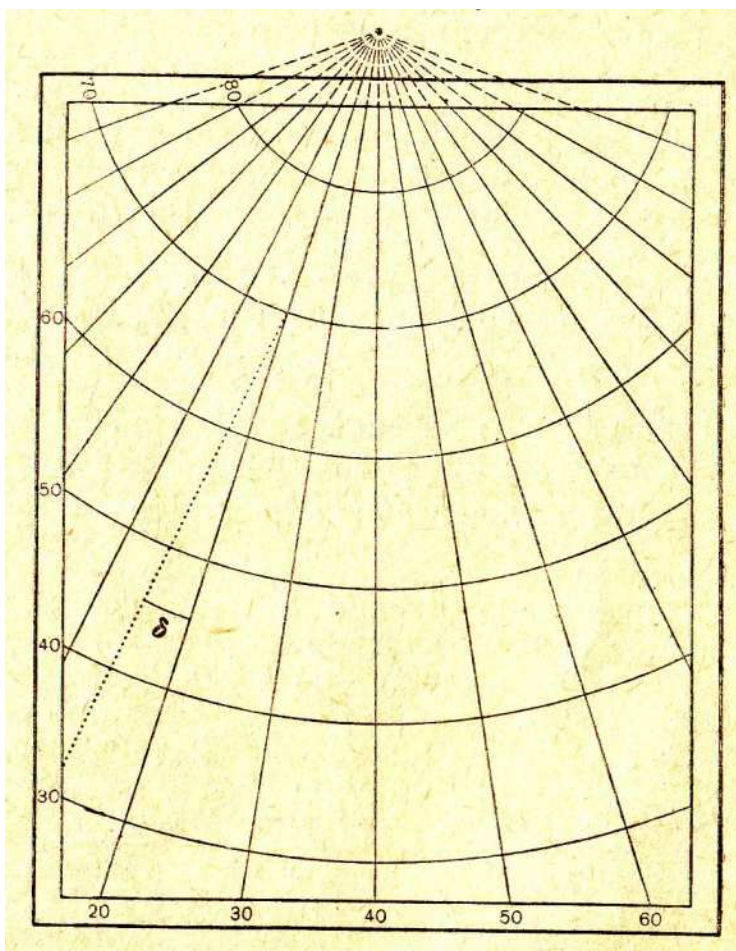
**Ptolomeýiň konus proyeksiýasynda ýoýulmalaryň tablisasy**

Giňlik, $\varphi$	Meridian boýunça masştab, $m$	Paralleller boýunça masştab, $n$	Meýdan masştablary, $p$	Burç ýoýulmasy, $\omega$
70°	1	1.000	1.050	2°48'
60°	1	1.004	1.004	0°14'
55°	1	1.000	1.000	0°00'
50°	1	1.044	1.044	0°12'
40°	1	1.029	1.029	1°37'

Konformly proyeksiýalara kartadaky sudurlaryň meňzeşliginiň dogrulygyny saklamak meselesi goýlandyr. Bu meseläni çözmek üçin hökmany ýagdaýda iki şerti ýerine ýetirmelidir. Olardan: 1) meridianlar we paralleller özara kesişende

deň burçlary saklamak; 2) meridianlaryň we paralleleriň ugry boýunça trapesiýanyň taraplarynyň üýtgeýşini proporsionallykda saklamak ýalylardan ybarat.

Konformly konus proyeksiýalaryň teoriýasyny görnükli matematikler **Lambert** (1728-1777 ýý.) we **Karl Gauss** (1777-1855 ýý.) işleýärler (4.4-nji surat).



6.4-nji surat. Konformly ýa-da deňburçly konus proyeksiýalary

**F. N. Krasowskiniň** deňaralyk proyeksiýasynyň parametrlerini kesgitlemekde aňakdaky şertler goýulýar:

Demirgazykdan günorta berlen ugur boşunça çekilen guşaklyklaryň meýdanlaryny saklamak;

$\varphi = 73^{\circ}28'42''$  we  $\varphi = 39^{\circ}28'42''$  giňlikleriň arasyndaky guşaklyklaryň gýralaryna masştablaryň deňligini saklamak;

Şekillendirilýän territoriýadaky ähli paralleller boýunça uzynlyk ýoýulmalarynyň kwadratlarynyň jeminiň minimal bolmagyny gazanmalydyr.

Goşmaça şertleriň girizilmegi meridianlaryň uzynlygynyň üýtgemegine sebäp bolýar. Olardan: meridianlar boýunça masştablar  $m = \text{const} = 0.99703$

Seredilen proyeksiýa GDA-nyň, Türkmenistanyň territoriýasynyň kartasyny düzmek üçin iň amatly deňaralyk proyeksiýadyr. Kawraýskiniň proyeksiýasynda uzynlyk we burç ýoýulmalary  $\varphi = 60^{\circ}$  parallelden günortada F. N. Krasowskiniň proyeksiýasy bilen deňeşdirende az ýoýulmalary alýar (6.2, 6.3-nji tablisalar).

6.2-nji tablisa

**F. N. Krasowskiniň we Kawraýskiniň deňaralyk proyeksiýalarynda ýoýulmalaryň üýtgeýşi**

Giňlik, $\varphi$	Iki esasy parallelleri bilen deňburçly proyeksiýa, $\varphi_1 = 50^{\circ}; \varphi_2 = 70^{\circ}$		Iki esasy parallelleri bilen deňaralyk proyeksiýa, $\varphi_1 = 50^{\circ}; \varphi_2 = 70^{\circ}$	
	$m = n$	$p$	$n = p$	$\omega$
$80^{\circ}$	1.070	1.145	1.103	$5^{\circ}38'$
$70^{\circ}$	1.000	1.000	1.000	$0^{\circ}00'$
$60^{\circ}$	0.985	0.970	0.985	$0^{\circ}33'$
$50^{\circ}$	1.000	1.000	1.000	$0^{\circ}00'$
$40^{\circ}$	1.041	1.084	1.035	$1^{\circ}59'$
$30^{\circ}$	1.109	1.229	1.089	$4^{\circ}54'$

**F. N. Krasowskiniň we Kawraýskiniň deňaralyk  
projeksiýalarynda ýoýulmalaryň üýtgeýşi**

Giňlik, $\varphi$	F. N. Krasowskiniň projeksiýasy			Kawraýskiniň projeksiýasy	
	$n$	$p$	$\omega$	$n = p$	$\omega$
80°	1.136	1.133	5°38'	1.235	12°00'
70°	1.010	1.007	0°45'	1.041	2°18'
60°	0.987	0.984	0°34'	0.996	0°15'
50°	0.998	0.996	0°05'	0.995	0°18'
40°	1.031	1.028	1°56'	1.020	1°07'
30°	1.083	1.080	4°45'	1.065	3°38'

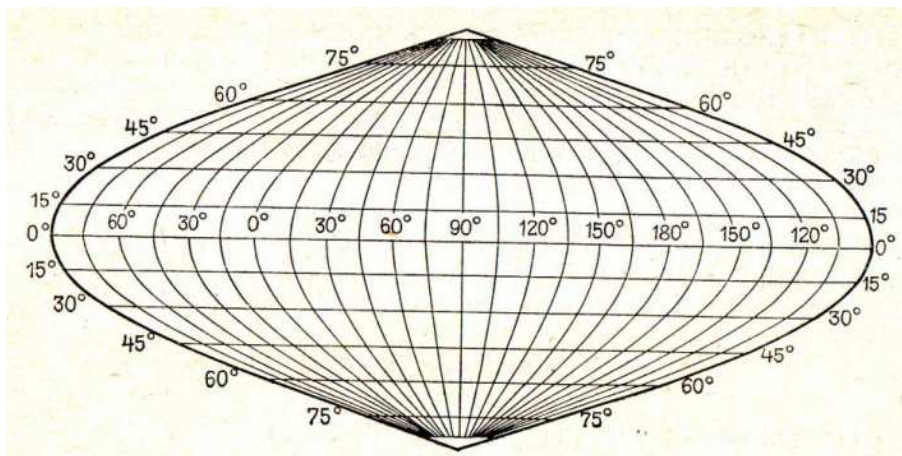


## VII. ERKIN PROJĖKSIÝALAR WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI

### 7.1. Pseudosilindrik proyeksiýalar

Pseudosilindrik proyeksiýa fransuz geografy XVII asyrdaky ýaşan **Sansonyň** (1600 - 1667 ýý.) ady bilen baglanyşyklydyr. Sanson öz gezeginde birnäçe atlaslary hem düzmegi başaryar. Sansonuň proyeksiýasy ýyldyzlaryň kartasyny düzmäge mümkinçilik berýär. Grinwiç astronomiki observatoriýasynyň ilkinji direktory **Flemstid** (1646 – 1719 ýý.) şu proyeksiýada asman ýyldyzlarynyň kartasyny düzýär. Inlisler kähallatlarda bu proyeksiýa **Flemstidiň proyeksiýasy** hem diýýärler. Proyeksiýanyň sinusoidal adynyň gelip çykmagy meridianlaryň formasy bilen baglanyşyklydyr.

Göni çyzykly parallelleri bilen bu proyeksiýa silindrik proyeksiýany ýadyňa salýar. Emma bu proyeksiýa silindrik görnüşinden diňe meridianlaryň formasy boýunça tapawutlanýar.



7.1-nji surat. Sansonyň pseudosilindrik proyeksiýasy

**Bellik:** Toruň gürlügi giňlik boýunça **15°-dan** uzaklyk boýunça **10°-dan** geçirilendir.



Pseudosilindrik proyeksiýanyň normal tory aşakdaky ýaly görnüşleri alýar. Olardan: paralleller göni, emma meridianlary egri çyzyklar görnüşinde şekillendirilýär. Bu proyeksiýalary görnüşüni üýtgedýän normal silindrik proyeksiýalar hökmünde seretmek bolar. Onda bolsa ähli meridianlar (ok meridiandan özgeleri) egri çyzyklar ýaly görkezilýär (7.1-nji surat).

## 7.2. Pseudosilindrik proyeksiýa

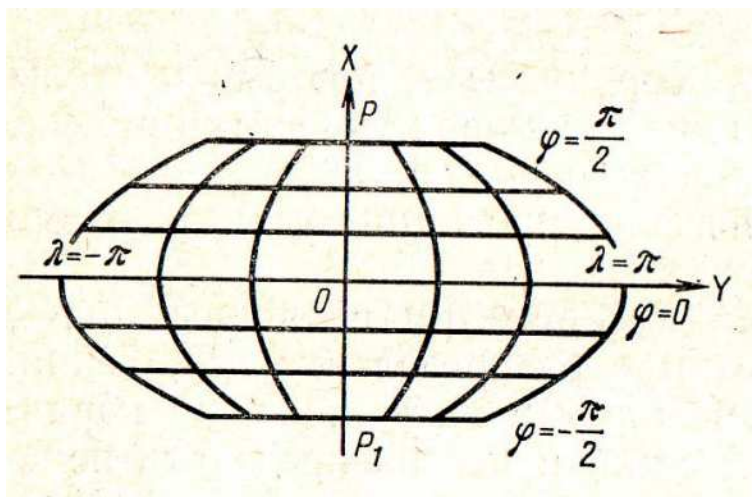
Gönüburçly koordinatlar sistemasynda bu proyeksiýalaryň umumy deňlemeleri aşakdaky görnüşini alýar:

$$x = f(\varphi); y = F(\varphi, \lambda).$$

Bu ýagdaýda koordinatlar başlangyjy ekwator bilen ok meridianyň kesişme nokady alynýar.

Pseudosilindrik proyeksiýada ähli kartalaşdyrylýan üsti şekillendirmek mümkindir.

Geografiki polýuslary nokatlar ýa-da parallellere parallel bolan çyzyklar görnüşinde görkezmek bolar we polýar çyzyklary diýip atlandyrmak bolar.



7.2-nji surat. Pseudosilindrik proyeksiýanyň esasy elementleri

Bu proyeksiýa hem psewdosilindrik (ýalan silindrik) proyeksiýalaryna degişlidir. Onuň beýle atlandyrylmagy parallelleriň ählisiniň gönüçyzykly şekillendirilmegi bilen esaslandyrylýar (7.2-nji surat).

Bu proyeksiýalar iki wariantda: 1) ýarym şarlar – gündogar we günbatar görnüşinde, 2) Ýer şarynyň süýdürilen şekili görnüşlerinde duş gelýär.

Ýarym şarlaryň kartalaryň meýdany globusuň meýdanyna deň alnyp, onuň radiusy Lambertiniň proyeksiýasyndaky ýaly baha deň bolmalydyr. Bu aňlatmada  $R$ -gurulýan kartanyň masşabynda kabu edilen globusyň radiusydyr. Şu radius bilen tegelegiň meýdany  $S_{tow} = 2\pi \cdot R^2$ , ýagny globusyň ýarym şarlarynyň meýdany hasaplanylýar.

Molweýdiň proyeksiýasynda uly diwar kartasyny gurmakda, kartanyň adaty ýarym şarlarynyň radiusy ( $q$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$Q = R \cdot \sqrt{2}.$$

### 7.3. Ekkertiň deňululykly psewdosilindrik proyeksiýasynyň torunyň häsiýetleri

XX asyryň başlarynda nemes kartografy Ekkert kartalary düzmek üçin niýetlenen birnäçe kartografiki proyeksiýalary teklipe edýär. Bu işleriň esasy sebäbi hökmünde Molweýdiň, Sansonyň süýnmek proyeksiýalaryny gowulandyrmak meselesi bolup durýar.

Şu maksan bilen Ekkert meridianlary polýuslarda kesişer ýaly, emma parallelleri 90°-lyk degişli giňlikdäki görnüşlerine has ýakynlaşdyrmak maksady bolupdyr.

Toruň gurluşy aşakdakylardan ybarat:

Tor deňululykly gurluşlary alýar;

Hususy masşab şol bir paralleliň ugrundan hemişelik saklanýar;

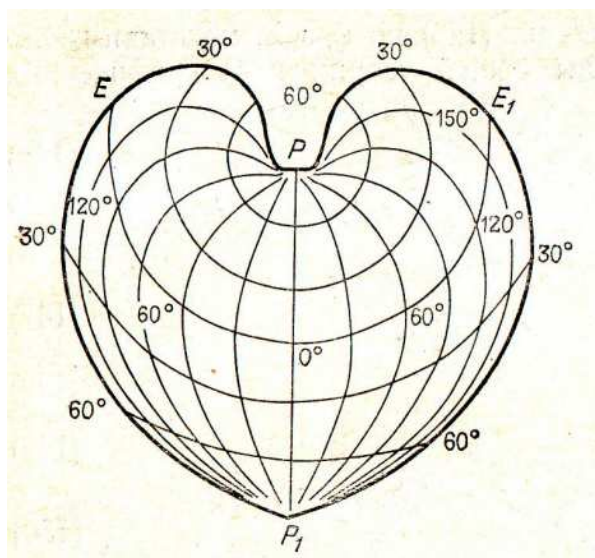
Esasy masşab **49°-lyk** giňlikli paralleliň ugrunda saklanylýar;

Paralleller boýunça hususy masşab 49°-lyk parallelden günortada esasy masşabdan kiçi, emma **49°-lyk** parallelden

demirgazykda esasy masştabdan uly bolmagyna galýar. **75°-lyk** parallelde hususy masştab **1.85 esse** uly, emma ekwatorda esasydan **0.88 esse** kiçidir.

Meridianlarda hususy masştablar **49°-lyk** parallelden günorta ugurda olar esasy masştabdan uly, emma demirgazyga esasy masştabdan kiçi bahalary alýar.

Sudurlaryň ýoýulmasy her bir ýarym şarda ujypsyzdyr. **45°-lyk** we **60°-lyk** paralleleriň arasynda hem-de orta merianyň ýakynlarynda uly bolmadyk bahalary alýar.



7.3-nji surat. Bonnuň psewdosilindrik proyeksiýasy

Psewdosilindrik proyeksiýary analiz etmek bilen, bu proyeksiýalarda ýokarky giňliklerde has uly derejelere ýetýändigini anyklanyldy. Inlis alymy Gud ähli kartalaşdyrylýan üsti şekillendirmek üçin psewdosilindrik proyeksiýany, ýagny kesgitlenen sistemada territoriýanyň aýratyn böleklerini şekillendirmek üçin işlenen proyeksiýany teklipl edýär. Her bir bölek (kontinýent ýa-da okean) üçin haýsy hem bolsa ok meridianyny, ýoýulmanyň uly bolmaz ýaly şert bilen saýlap alýarlar. Soňra bolsa aýratyn bölekleri

ekwator boýunça birleşdirýärler. Şular ýaly birleşdirmegiň netijesinde dünýäniň territoriýasyny şekillendirmek üçin proyeksiýany alarys. Bu proyeksiýada kontinýentler az ýoýulmalar bilen görkezilýär. Emma okeanlarda şekilleriň üzülmegi (ýada tersine okeanlar has uly ýoýulmalar bilen şekillendirilýär) bolup geçýär.

Gudyň usulyny islendik psewdosilindrik proyeksiýalar üçin ulanylyp bolar.

Pseudokonus proyeksiýalary diýip parallelleri konsntrik töwregiň dugalary, emma meridianlary egri, orta gönüçzykly meridiaana baglylykda simmetrik bolan proyeksiýa düşünilýär. Bu meridiaanda bolsa parallelleriň merkezi ýerleşendir.

Kesgitlemä laýyklykda bu proyeksiýalaryň umumy deňlemeleri aşakdaky ýaly berilýär:

$$x = q - \rho \cos \delta; y = \rho \sin \delta;$$

$$\rho = f(\varphi); \delta = f(\varphi, \lambda).$$

Bu ýerde  $q = \text{const}$  – tekizlikde günorta parallelleriň polýar aralyklary.

### 7.3. Pseudokonus we pseudooazimutal proyeksiýalar

Bonnyň proyeksiýasynda adaty Ýewropanyň, Aziýanyň, Demirgazyk Amerikanyň kartalary düzülýär (7.3-nji surat).

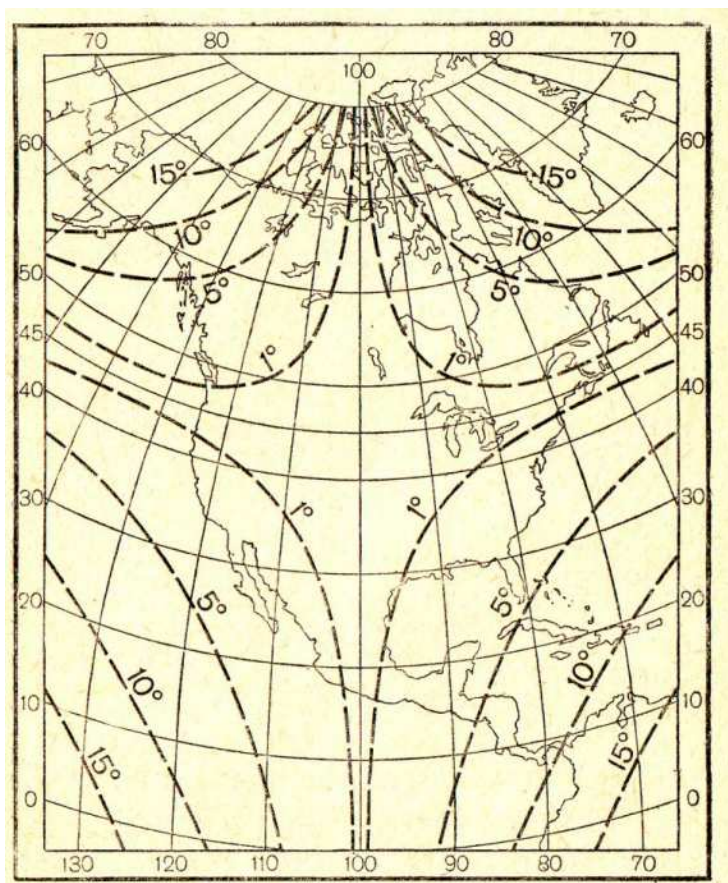
XIX asyryň ikinji ýarymynda bu proyeksiýada Pussiýanyň Ýewropa böleginiň 3 wýortsda 1 dýumlyk masştabda Harby-topografiki kartasy düzülýär.

Bu proyeksiýada orta meridiandan we parallelden daşlaşmagyň bilen ýoýulmalary ululygy artýar. Bonnuň bu proyeksiýasy kwadrat ýa-da kwadrat şekilli ýurtlaryň kartalaryny düzmekde giňden ulanylýar.

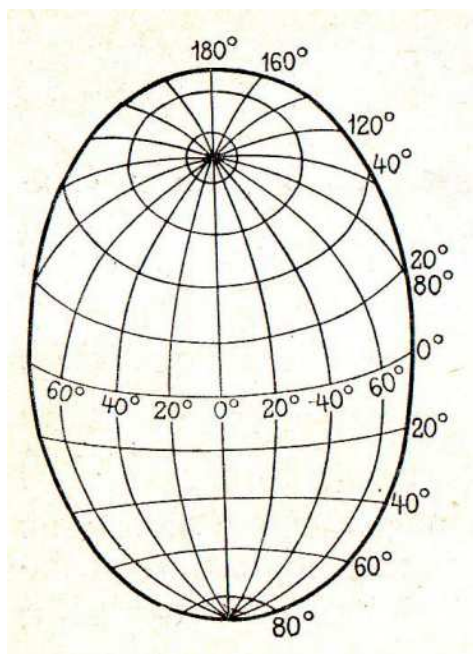
Pseudosilindrik proyeksiýalar iň bir gowy häsiýetleriň birini – ýagny bu proyeksiýa Ýer üstüniň sferikligini geçirýär. Bu proyeksiýa adatça kartalary döretmek üçin ýapgyt oripentirlenmeginde (süýnmek ramkada), uly sebitleri kiçi masştablarda şekillendirmek üçin ulanylýar (7.4-nji surat).

Meselem, psewdoazimutal proyeksiýasy Dünýäniň atlasynnda Atlantik okeanynyň kartalaryny düzmekde ulanylýar. Bu proyeksiýa üçin meýdan ýoýulmasyny kiçeltmek üçin  $\rho = 3R \cdot \sin(z/3)$  formula ulanylýar.

1904-nji ýylda amerikan kartografy **Grinten** ilki bilen Amerikada, soňra Ýewropada giň ýaýarmany alan proyeksiýany hödür edýär (7.5-nji surat).



7.4-nji surat. Bonnuň psewdokonus proyeksiýasynda ýoýulmalaryň üýtgeýşi.



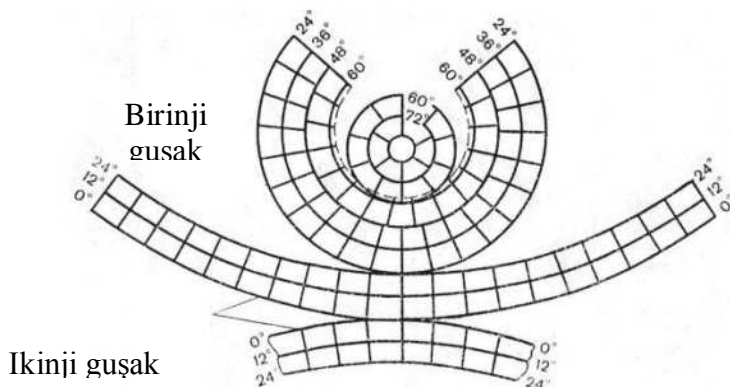
7.5-nji surat. Atlantik okeanyň kartalary üçin ýapgyt psewdoazimutal proýeksiýa

Proýeksiýanyň ähli torlary töweregiň içinde ýerleşendir. Ekwator we orta meridian – göni, galanlary bolsa kartanyň merkezinde göni burç bilen kesişýärler. Gradus torunyň galanlary töweregiň dugasy görnüşinde şekillendirilýär.

## VIII. NOMENKLATURALY KARTALARYŇ PROÝEKSIÝALARY

### 8.1. Umumy düşünje

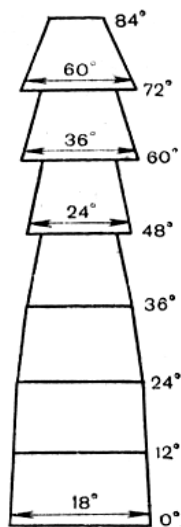
1:2500000 masştably dünýäniň kartasy köp sahypalydyr. Ýeriň üsti şu kartada 6 sany zona bölünendir. Polýar zonalar iki sany  $60^\circ$ -lyk paralleller bilen çäklenendir. Olar meridianlar boýunça deňaralyk normal azimutal proyeksiýada düzüldir. Esasy parallel bolup  $76^\circ$ -lyk durýar, onda masştab 0.99-a deňdir, uzynlyk masştaby  $60^\circ$  giňlikli parallelde 3,7 %, meýdanly masştab +2,6 %, burçly masştab bolsa  $2,6^\circ$  bolýar. Galan zonalar meridianlar boýunça deňaralyk konus proeksiýada düzlendir. Birinji guşaklyk her bir ýarym şarda giňlikleri  $24^\circ$  we  $60^\circ$ -a deň bolan parallelleriň arasynda ýatýar.  $24^\circ$  we  $48^\circ$ -lyk giňlikli parallelleriň ortasynda maksimal ýoýulmalar ýok diýen ýalydyr. Uzynlyk we meýdanly ýoýulmalar üçin +4 % we -3,9 %, burçly ýoýulmalar bolsa  $-2,3^\circ$  we  $+2,2^\circ$  bahalary alýar. Ikinji guşaklyk her bir ýarym şarda ekwatoran  $\pm 24^\circ$  giňlikli paralleller bilen çäklenendir. Esasy parallelleriň giňlikleri  $4^\circ$  we  $21^\circ$  bolup, uzynlyk we meýdanly ýoýulmalaryň maksimal bahalary 1%-den azdyr, burçly 0,7-den kiçidir (8.1-nji surat).



8.1-nji surat. 1:2 500 000 masştably dünýäniň Halkara kartasynyň sahypasynyň we zonalarynyň ýerleşşi.

Her bir guşaklyk  $0^\circ$ -dan  $48^\circ$  çenli parallelleriň arasy  $18^\circ$  uzaklyk bilen çäklenen bolup,  $48^\circ$ -dan  $60^\circ$ -a çenli  $24^\circ$  uzaklyk,  $60^\circ$ -dan  $72^\circ$ -a çenli  $36^\circ$  uzaklyk, hem-de  $72^\circ$ -dan  $84^\circ$ -a çenli  $60^\circ$  uzaklyk bilen çäklenendir (8.2-nji surat).

Sahypanyň nomenklaturasy ýarym togology, 1:1000000 masştably dünýäniň kartasynyň sahypasyny, esasy geografik obýektiň adyny we sahypanyň tertibini görkezmekden jemlenýär. Meselem, **“Sofiýa, NJ – L – 34 - -56(54)”** ýaly görnüş-dedir. Her bir ýarym togalak 112 sany esasy we 10 sany goşmaça (zonalaryň araçägini ýapmak üçin ulanylýar) kartalaryň sahypalary ýeriň üstüni ýapmak üçin ulanylýar.



8.2-nji surat. 1:2 500 000 masştably bünýäniň Halkara kartasynyň sahypasynyň ölçegleri.

Uly ölçegdäki kartalar köp sahypaly taýýarlanýar. Sahypalara bölmegiň shemasyna kartalaryň *grafalara bölünmegi* diýilýär. Ýagny, kiçi masştably 1:1000000 masştably Halkara kartanyň uly masştably birnäçe sahypalara bölünmegine aýdylýar.

Grafalara bölmeklik iki: *trapesiýaly* we *gönüburçly* görnüşli bolýar. Trapesiýaly grafalara bölmeklik GDA-nyň döwletlerinde giňden ulanylýar.

## 8.2. Gönüburçly grafalara bölmek

**Gönüburçly grafalara bölmekde** kartalaryň her bir sahypasy gönüburçly, saýlanyp alnan çarçuwalary (ramkalary) bilen çäklendirilýär, karta gönüburçly koordinatlar tory ýa-da erkin çyzyklaryň kadasy (parallel we perpendikulýar çyzyklar görnüşli) alynýar. Normal silindrik proyeksiýalarda araçäkleşýän çyzyklar



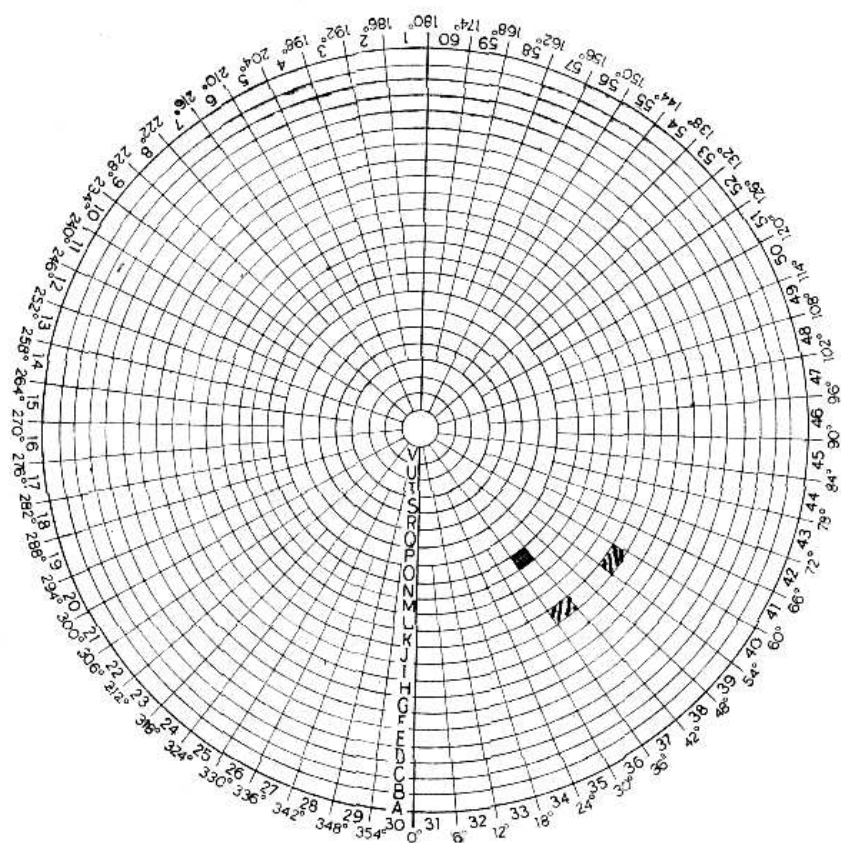
bolup meridianlar durýar. Gönüburçly grafalara bölmegiň aýratynlyklary bolup, kartalaryň sahypalary ýeke-täk bir ölçegdedir, kagyzyň her bir sahypasyny standart ölçegde almaga, hem-de sahypany tygşytyly ulanmak mümkinçiligidir. Aýratynam, geografiki atlaslaryň kartalarynyň sahypalaryny bir-birine amatly birleşdirmegi has-da oňaýlydyr. *Bu usulyň kemçiligi bolup*, meridianlaryň we parallelleriniň çyzyklarynyň ýerleşişini hyýaly oriýentirlenen ýaly görkezýär (şeýle görnüş, ok meridiandan daşlaşdygyňça duýulýar) we grafalara bölünen her bir sahypanyň bilelikde ulanmak mümkinçiligini kynlaşdyrýar. Gönüburçly grafalara bölmek adaty ýagdaýda köp sahypaly kartalar üçin ulanylýar. Ýagny, kartalary bir-birine sepleşdirmeli ýa-da kitap görnüşinde neşir edilmegi gerek bolanda ulanylýar. Ony, häzirki zaman topografik kartalarynyň taýýarlanyşynda hem Angliýanyň, Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň, Şweýsariýanyň, Belgiýanyň, Türkiýäniň we başga döwletleriň topografik kartalaryny düzmekde ulanýarlar.

### 8.3. Trapesiýaly grafalara bölmek

**Trapeziýaly (gradusly) grafalara bölmekde** çarçuwa hökmünde meridianlaryň we parallelleriniň çyzyklaryny ulanmak bilen çäklenilýär. Şu hili kesmekligiň artykmaçlygy: *her bir aýry sahypany bir-birine bagly bolmazdan gurup bolýanlygydyr*, orta meridianyň iki tarapyna *baglylykda* (otnositellikde) simmetrik ýerleşmegi, her bir sahypa üçin özbaşdakdyr. Ýöne bu grafalara bölmeklik her bir sahypanyň ölçeglerini bir meňzeş dälligi bilen tapawutlanýar. *Meridianlaryň ýakynlaşma* burçuna baglylykda, polýuslara ugurda, geografik giňligiň ulalmagy bilen sahypanyň ölçegleri progressiw azalýar, ýa-da kiçelýär. *Gradusly grafalara* bölmeklik köp ýurtlaryň, öňki SSSR-iň çägene girýän we öňki sosialistik lageriň ýurtlarynyň topografik kartalaryny düzmek üçin esas bolup durýar. Ol häzir hem GDA-nyň düzümine girýän ýurtlarda giňden ulanylýar.

## 8.4. Kartalaryň nomenklaturasyny kesgitlemek

**Kartalaryň nomenklaturasy** diýlip-1:2500000 ýa-da 1:1000000 masştably kartalaryň, uly masştably bölünen her bir sahypasynyň kesgitlenen kadada belgilenmegine aýdylýar.



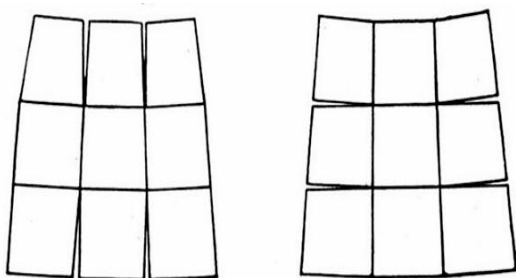
8.3-nji surat. 1:1 000 000 masştably Halkara kartasynyň sahypasynyň shemasy.

**1891-nji ýylda** başynjy **Halkara geografik kongresi** **1:1000000** masştably dünýäniň kartasyny düzmek we çap etmek kararyny kabul etdi (8.3-nji surat). Biraz soňrak şu masştably

kartanyň her bir sahypasynyň giňlik boýunça **4°-lyk**, uzaklyk boýunça **6°-lyk** çäginä tutýanlygy kesgitlenildi. Şuňa laýyklykda, ýeriň üsti, şertli parallelleriniň ugry boýunça, her 4°-dan hatarlara bölünendir, hatarlary latyn elipbiýiniň baş harplary **A, B, C, . . . Z** bilen ekwatordan günorta we demirgazyk polýuslara tarap belgilemek kabul edildi. Birinji hatar, ekwator bilen araçäkleşip, 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 ýer togology üst zonalara bölünendir. Jemi ýer togalagynyň üstüni 60 sany zona ýapýar. Olary arap sanlary **1, 2, 3, . . . 60** bilen belgilemek şertleşilendir. Birinji zona günbatarda 180°-lyk meridian bilen araçäkleşip, gündogarda 186°-lyk meridian bilen araçäkleşýär. Ikinji zona günbatarda 186°-lyk meridian bilen araçäkleşip, gündogarda 192°-lyk meridian bilen araçäkleşýär.

1:1000000 masştably karta edil **Halkara kartasy** görnüşünde düzülen bolsa, onda grafalara bölmeklik hem halkara adyny alýar. **P** –guşaklykdan, ýagny 60°-dan başlap sahypalar uzaklyk boýunça ikeldilen sahypada, 76°-dan başlap 86°-a çenli parallelleriniň arasyndaky kartalar dördeldilen sahypalarda düzülýär (8.4-nji surat).

Türkmenistanda topografiki karatalary: 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.

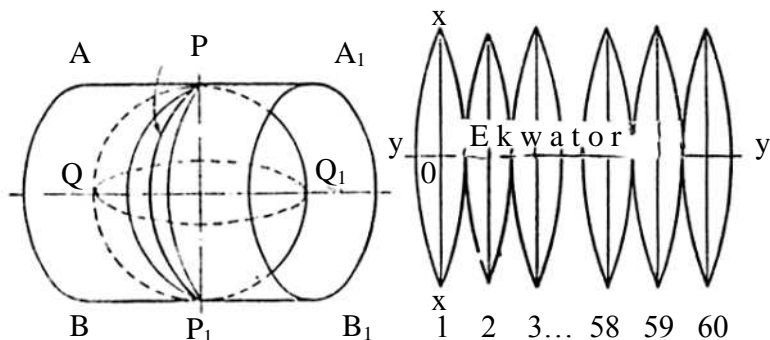


8.4-nji surat. Köpgranly proyeksiýalaryň sahypasynyň bir-biri bilen birleşdirende emele gelýän bölünmeleri.

Alnan masştablaryň ählisiniň bir masştabdan beýleki masştaba geçiş koeffisienti bardyr (0,5-2,5). Geçmek koeffisienti dürli masştably kartalaryň we planlaryň deňligini üpjün edýär, olaryň deňeşdirilmegini gysgaldýar we olary ýeke-täk kada geçirmäge mümkinçilik berýär.

1:1000000 masştably topografik kartalary köp gapyrgaly ulanylýan, köp konus, görnüşi üýtgeýän proyeksiýada düzülýär. Bu proyeksiýany ulananda Ýer ellip-soidiniň üsti paralleller we meridianlar bilen sferik trapesiýalara bölünendir (4.8-nji surat).

1:500000 we ondan uly masştably kartalar **Gauss-Krýuger** deň ululykly, kese silindrik proyeksiýasynda düzülýär. **F.N.Gauss** (1777-1855-nji ýyllarda ýaşan) nemes alymy, ol deňululykly proyeksiýalaryň umumy nazaryýetini işledi. **L.Krýuger** (1857-1923-nji ýylyrda ýaşan) nemes alymy, ol bolsa deňululykly kese silindrik proyeksiýanyň işçi formulasyny çykardy. Bu proyeksiýa, Ýer üstüniň uly bolan uçastoklaryny şekillendirmekde, ýoýulmalaryň täsiri duýulmaz ýaly mümkinçilik berýär we bu ýeriň çäginde, tekiz gönüburçly koordinatlar sistemasyny gurmaga esas döredýär (8.5-nji surat).



8.5-nji surat. Gauss-Krýuger deň ululykly proyeksiýasy.

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

koordinatlaryndan peýdalanylýar. Ony tapmak üçin ilki bilen onuň ýerleşen hatary, soňra ýerleşen zonasy tapylýar. Meselem, **Aşgabat şäheriniň ýerleşýän nomenklaturasy (trapesiýasy) J-40**, Nebitdag şäheriniň nomenklaturasy K-40, Mary-J-41, Türkmenabat-J-42, Daşoguz-K-41, gara reňk bilen boýalan sahypanyň nomenklaturasy **N-37** bolan trapesiýada Orsýetiň paýtagty **Moskwa** şäheri ýerleşýär. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça 4°, uzaklyk boýunça bolsa 6°-lyk bahalary alýar (8.6-njy surat).

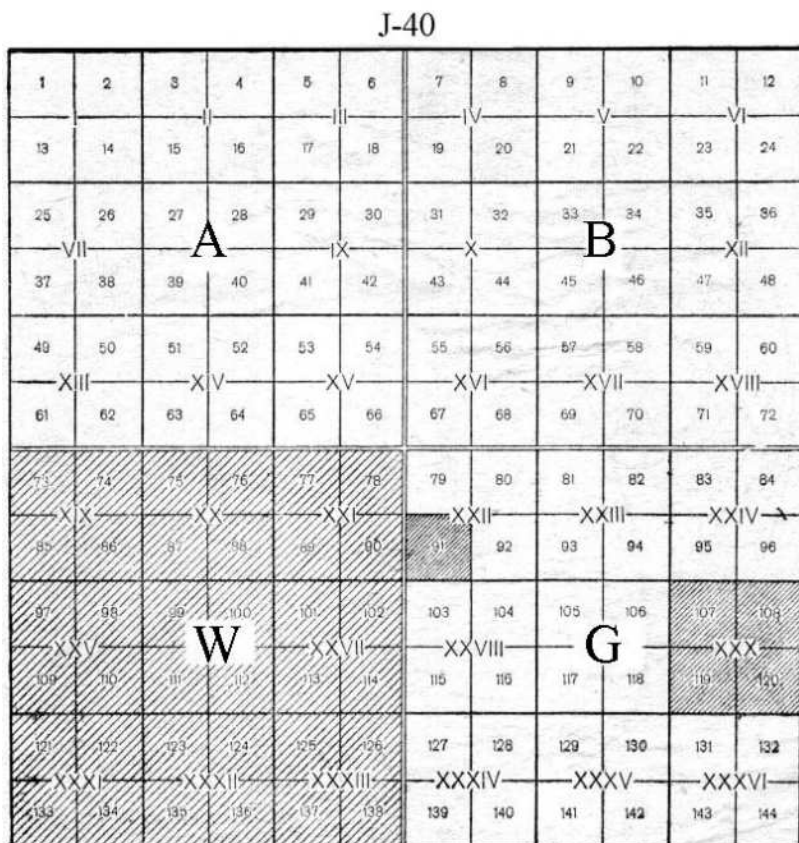
1:500000 masştably topografik kartanyň nomenklaturasy tapylanda, zonadaky ýerleşen nokadyň, berlen geografik koordinatlary arkaly tapylýar. Ony tapmak üçin 1:1000000 masştably kartany jemi dört sany sahypa bölüp, olary uly **A, B, W we G** harplary bilen belgileýäris. Olaryň her bir sahypasynyň ölçegleri,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

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

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 koordinatlaryndan peýdalanmaly bolýarys. Sahypanyň ölçegleri uzaklyk boýunça 1°00' bolup, giňlikde 0°40' bahalary alýar. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-XXX** bolar.

1:100000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:1000000 masştably kartanyň nomenklaturasyny jemi 144 sany sahypa bölýäris. Bölünen her bir sahypany arap sanlary **1, 2, 3, .... 144** çenli belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri, giňlik boýunça

0°20' bolup, uzaklyk bolsa 0°30' deňdir. Ştrihlenen sahypanyň nomenklaturasy **J-40-94** bolar.

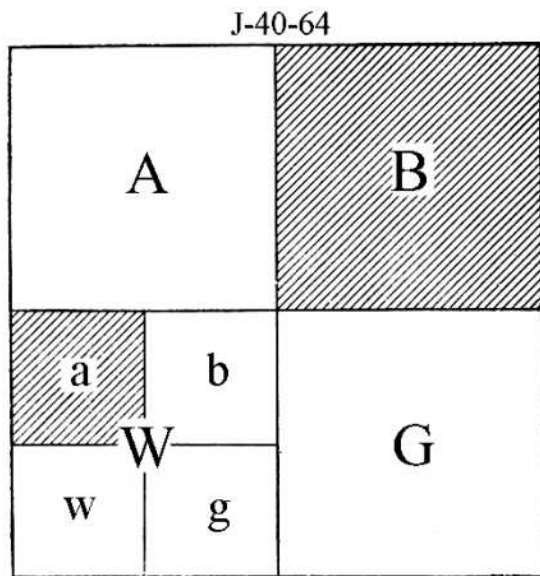


8.6-njy surat. Sahypalaryň shemasy (1:1 000 000).

1:100000 masştably kartalardan uly bolan kartalaryň nomenklaturasy tapylanda, esas hökmünde 1:100000 masştably topografik kartanyň nomenklaturasy alynýar (8.7-nji surat).

1:50000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:100000 masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris. Sahypalaryň her birini uly **A**, **B**, **W** we **G** harplary bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça 0°10' bolup,

uzaklyk boýunça bolsa  $0^{\circ}15'$  bahalara deňdir. 1:50000 masştably kartanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-91-B** bolar.



8.7-nji surat. Sahypalaryň shemasy (1:100 000).

1:25000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:50000 masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölýäris, her bir bölünen sahypany kiçi, **a, b, w we g** harplar bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça  $0^{\circ}05'$  bolup, uzaklyk boýunça bolsa  $0^{\circ}05,5'$  deň bolar. Sahypanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-91-B-a** bolar.

1:10000 masştably kartanyň nomenklaturasyny tapmak üçin 1:25000 masştably kartanyň sahypasyny jemi dört sany sahypa bölüp, olary arap sanlary **1, 2, 3 we 4** bilen belgileýäris. Sahypanyň ölçegleri giňlik boýunça  $0^{\circ}02'30$  bolup, uzaklyk bolsa  $0^{\circ}03'45$  bolar. Sahypanyň mysaly nomenklaturasy **J-40-91-B-a-1** bolar.

Topografiýa kartalarynyň gerek bolan nomenklaturasyny tapanymyzdan soňra, olaryň çäklendirýän meridianlary we parallelleri boýunça, Gauss-Krýugeriniň koordinatlar tablisasy esasynda,

burçlarynyň gönüburçly koordinatlaryny, her bir sahypa boýunça meridianlaryň ýakynlaşma burçlaryny we sahypalaryň ölçeglerini alyars hem-de, alnan maglumatlar esasynda trapesiýany gurup, onuň dogry gurlandygy barlanýar.

### 8.5. 1:5000 we ondan uly masştably topografiki kartalaryň nomenklaturasyny kesgitlemek

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

**1:5000** masştably topografiki kartasynyň ramkasynyň burçlarynyň gönüburçly koordinatlarynyň kesgitleniş mysalyny tablisadan görmek bolar. Koordinatlaryň ululygy we kartanyň ramkasynyň ölçegleri “**Gönüburçly koordinatlaryň, ramkanyň we meýdanlaryň ölçegleriniň tablisasy**” kitabyndan alynýar (8.1-nji tablisa).

8.1-nji tablisa

**1:5000 masştably topografiki kartalarynyň koordinatlaryny kesgitlemek**

Trapesiýanyň nomenklaturasy we geografiki koordinatlary, gradusda						Gönüburçly koordinatlary, metrde	
1:1000000			1:5000			x	y
0 - 36			0-36-1- (45)				
	B	L		B	L		
DGb	60°00'	30°00'	DGb	59°57'30"	30°22'30"	6649606.2	20951.6
GGB	56°00'	30°00'	GGB	59°56'15"	30°22'30"	6647285.1	20964.7
DGd	60°00'	36°00'	DGd	59°57'30"	30°24'22"	6649916.5	22697.5
GGd	56°00'	36°00'	GGd	59°56'15"	30°24'22"	6647295.4	22711.8



Planşetleri grafalara bölmägiň 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. Meselem, **3-B-II**.

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

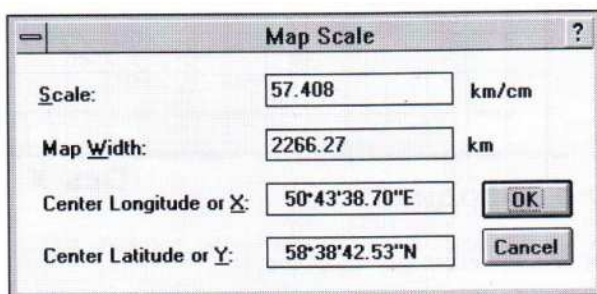
## IX. KOMPÝUTER KARTALARYNDA MATEMATIKI ESASYŇ BERLIŞI

Islendik geoinformasion karta bilen işlenende birnäçe sada (ýönekeý), emma wajyp düşüňjeler ulanylýar. Bu düşüňjeler bolup: masştab, geografiki koordinatlar: uzaklyk, giňlik, ugurlar, aralyklar we kartalaryň proyeksiýalary...

### 9.1. Kartalaryň masştablary

*Kartalaryň masştaby* – kartadaky aralyklaryň we ýeriň üstündäki şol çyzyklaryň gorizonta kesimleriniň arasyndaky özara gatnaşygydyr. Kartadaky aralygy şertli bire deň diýip kabul edýärler. Onda  $1:10000$  masştab kartadaky  $1\text{ sm}$ -e ýeriň üstünde  $10000$  santimetr (100 metr) uzynlyk birliginiň düşýändigini aňladýar.

Masştabyň ululygy şekillendirilýän informasiýalaryň anyklygyna bagly bolýar. Uly bolmadyk territoriýalar köp derejede kiçeldilmegi talap etmeýär we olar özleriniň mazmuny boýunça has anykdyrlar. Has uly territoriýalary şekillendirýän kartalar köp derejede kiçeldilmegini talap edýär, olar pes derejede anykdyrlar. Meselem, şäheriň kartasy öz mazmunyna ähli jaýlary we şäheriň köçelerini alýar, emma welaýatyň kartasynda bu obýektleri şekillendirmek örän kyndyr. Bu ýagdaýda uly şäherleriň diňe esasy magistrallaryny we binalaryň kwartallaryny görkezmek bilen çäklenmeli bolýar.



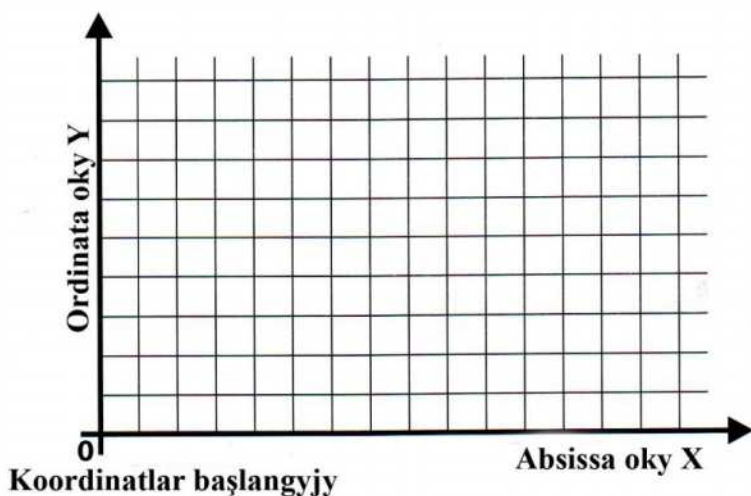
9.1-nji surat. **Map Scale** geoinformasion programmasynyň dialogly penjiresi.

Geoinformasion programmalaryň ählisinde kartalaryň islendik masştablaryna isleg bildirip bolar. Muny geoinformasion programmalaryň “*Ulaltmak*” we “*Kiçeltmek*” instrumentleri arkaly we dialog penjiresinde görkezmek bolar. Mysal hökmünde **Map Scale GIS** programmasynyň dialog penjiresinde dürli parametrleriň berlişini görmek bolýar. Bu penjirede **Scale** – masştab, **Map Width** – ölçenilen çyzygyň uzynlygy, **Center Longitude or X** we **Center Longitude or X** – kartanyň asma merkeziniň koordinatlaryny görkezýär (9.1-nji surat).



9.2-nji surat. **GIS MapInfo** programmasynda statusyň böleginiň görkezilişi.

Geoinformasion sistemalarynda kartalaryň masştaby monitoryň ýaýlymynyň aşaky böleginde setirler statusynda görkezilýär (9.2-nji surat).



9.3-nji surat. Gönüburçly koordinatlar sistemasy.

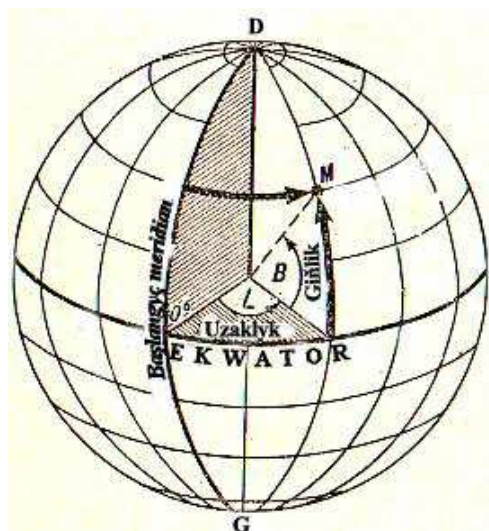
Umumy kabul edilen ýagdaýlara görä kartalaryň masştaby *1:50000-den* kiçi bolsa, onda **uly** (iri) masştably, emma *1:2000000* we ondan uly bolsa – onda **kiçi** (ownuk) masştably (*1-i 2000000-a* bölende *1:50000* bilen deňeşdirende örän kiçi san emele gelýär) kartalar alynýar. Galan kartalaryň ählisi **orta** masştably kartalar toparyna degişlidir.

Geoinformasion sistemalaryndaky obýektleriň ýerleşmek ýagdaýy adatça karta – nusgalygyň masştabyna bagly bolýar. Meselem, digitaýzerde kartalary sanlaşdyrmakda obýektleri  $\frac{1}{4}$  ýalňyşlyk bilen geçirmek mümkindir. Bu bolsa ýeriň üstünde takmynan *1 km-e* ýakyn bolup *1:4000000*, takmynan *50 metre* ýakyn aralygy *1:200000* we *2.5 m* aralygy *1:10000* masştablarda alýar

## 9.2. Giňlik we uzaklyk

Gönüburçly ýa-da Dekart koordinatlar sistemalary ( $x$ ,  $y$ ) nokatlaryň ýagdaýyny tekizlikde kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Gönüburçly koordinatlar sistemasynda iki özara perpendikulýar oklar we koordinatlar başlangyjy esasy wezipeleri ýerine ýetirýär (9.3-nji surat). Sistemada absissa oky  $X$  gorizontal ugurda parallelleriň ugry bilen gabat getirilen bolup, ordinata oky  $Y$  wertikal ugurda meridianlaryň ugry bilen gabat getirilendir. Koordinatlar sistemasynyň başlangyç merkezi hökmünde oklaryň kesişme  $O$  nokady alynýar. Bu sistemada ähli tekizlik absissa we ordinata oklary boýunça deň aralyklara bölünýär we çyzyklaryň gönüburçly tory döredilýär. Toruň çyzyklarynyň emele getirilişi koordinata oklaryna parallel geçirilýär. Şu tordaky islendik nokadyň ýagdaýy iki koordinata –  $x$  we  $y$  bilen kesgitlenilýär.

Gönüburçly koordinatlarda tapawutlylykda **giňlik/uzaklyk** sistemasy ýeriň üstündäki nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde ulanylýar. **Giňlik/uzaklyk** sistemanyň ulanylmagy geografiki diýlip esaslandyrylýar. Bu bolsa ýeriň tekizlik bolman, eýsem şar formasynyň bolmagy bilen düşündirilýär. Ekwator we başlangyç **Grinwiç meridiany** edil  $x$  we  $y$  oklary ýaly giňlik/uzaklyk sistemasynda berilýär (9.4-nji surat).



9.4-nji surat. Giňlik/uzaklyk koordinatlar sistemasy.

Geografiki koordinata sistemasynda belli nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde esasy koordinata üsti edilip **referens-ellipsoidiň** üsti, esasy koordinata çyzyklaryň häsiýetinde bolsa geodeziki meridian we parallel kabul edilendir. Ýer ellipsoidindäki belli nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde nokatdan geçirilen meridianyň we paralleliň kesişen nokadyndan geçirilen meridian nokadyň uzaklygy, parallel bolsa giňligi bolýar. Geodeziki giňlik we uzaklyk dogrusynda söz açmazdan öňürti geodeziki meridian, parallel we ekwator barada durup geçeliň.

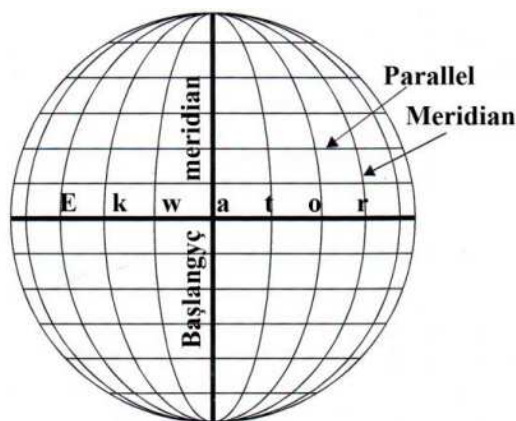
Ýer ellipsoidiniň kiçi oky arkaly geçirilen kesme - **meridional tekizligi** bilen ellipsoidiň üstiniň kesişmeginde alnan çyzygyna **meridian** diýilýär. Ýer ellipsoidiniň belli nokadyndan, onuň aýlanma okuna perpendikulýar geçirilen kesmä - **parallel tekizlik**, şol tekizligiň ellipsoidiň üsti bilen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

Ýer ellipsoidininiň üstündäki nokadynyň **giňligi** - şol nokadyň üstünden geçýän normal çyzyk bilen ekwatoryň tekizliginiň arasyndaky burçdyr. Geodeziki giňlik **B** harpy bilen belgilenilýär we ekwatoradan polýuslara tarap  $0^{\circ}$ -dan  $90^{\circ}$ -a çenli hasaplanylýar. Nokat ekwatoradan demirgazykda bolsa demirgazyk giňlik bolup **položitel**, emma günortada bolsa günorta giňlik diýlip **otrisatel** alamatlary alýar.

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

Ekwator iň uzyn parallel bolup, ol  $0^{\circ}$ -lyk giňlik(demirgazyk we günorta ugurlar üçin) hökmünde kabul edilýär. Demirgazyk polýus +  $90^{\circ}$ -lyk giňligi, emma günorta polýus bolsa -  $90^{\circ}$ -lyk günorta giňligini alýar (9.5-nji surat).

Uzaklygyň çyzyklaryny, meridianlary bir polýusdan beýlekä tarap ýarym töwerekleri döretmek bilen ekwatora perpendikulýar ýagdaýda çyzmak bolar. Uzaklygy ölçemek diýende başlangyç meridian (Dekardynyň koordinatlar sistemasynda X koordinata) günbatara we günogara görä nokadyň ýagdaýynyň kesgitlenilmegidir. Başlangyç meridian ýa-da  $0^{\circ}$  Angliýada **Grinwiç** obserwatoriýasynyň (Londan şäheriniň ýakynynda ýerleşýän) üstünden geçýär. Degişli meridianlaryň bahalarynyň üýtgemegi, başlangyç meridiandan  $0$ - $180^{\circ}$ -a gündogar we günbatar taraplara alynýar. Uzaklygyň çyzyklary bir-birinden takmynan  $111.2$  km aralykdan deň daşlaşandyr. Ekwatorda uzaklygyň çyzyklary bir-birinden takmynan  $111.2$  km aralykdan daşlaşýar. Polýuslara tarap hereketde olaryň arasyndaky aralyk nola çenli gysgalýar.



9.5-nji surat. Giňlik/uzaklyk koordinat sistemasy.

Giňlik we uzaklyk gradusda ( $^{\circ}$ ) , minutda ( $'$ ) we sekunda ( $''$ ) demirgazyk, günorta, gündogar we günbatar ugurlarda ölçenilýär. Meselem,  $58^{\circ}45'57''W$  belgi 58 gradus 45 minut 57 sekunt gündogar uzaklyk (başlangyç meridiandan gündogara),  $39^{\circ}09'35''N$  belgi 39 gradus 9 minut 35 sekunt demirgazyk giňligi (ekwatordan demirgazyga) diýmegi aňladýar. Geoinformasion sistemalaryň köp sanlysy berlen nokatlaryň giňlik we uzaklyk bahalaryny sekundyň dürli üleşlerinde (onluk, ýüzlük, müňlük) kompýutere girizmäge we çykarmaga ukyplydyr. Geoinformasion programmalarada gradusy, minudy we sekundy gradusa öwürmek üçin ýörite operatorlary berilýär. Bu bahalary bir-birine öwürmekde programma 1 gradusda 60 minut, 1 minutda 60 sekundyň ( $1^{\circ} = 60'$ ,  $1' = 60''$ ) bolmagyndan ugur alynýar. Bir gradusda jemi 3600''(sekunt) baha bardyr (60-y 60-a köpeltmek bilen alynýar). Eger-de biz  $58^{\circ}45'57''$  bahany gradusa öwürjek bolsak onda ony aşakdaky ýaly geçirmek mümkin:

$$58^{\circ}45'57'' = 58 + 45/60 + 57/3600 = 58.7595^{\circ}$$

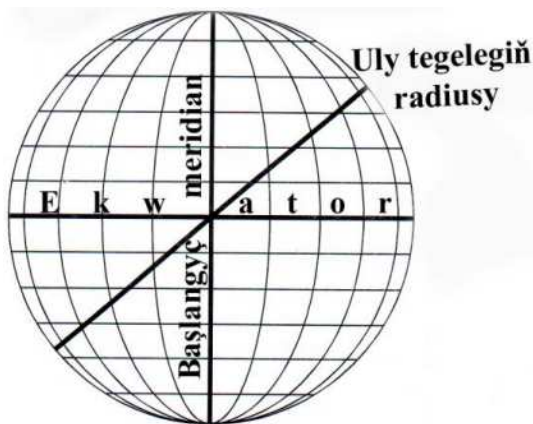
Giňlik we uzaklyk geografiki koordinatlaryň käbir bahalary boýunça programma girizmek aşakdaky ýaly geçirilýär:

- N, S, E we W ugry görkezijileriniň önünden boşluk goýulmaýar;

- **W** we **S** ugurlary belgilemek üçin “-” alamatyny ulanmak bolar;
- Eger-de ugry görkezijileri görkezmesen, onda kompýuter dummak bilen **E** (gündogar) we **N** (demirgazyk) ugurlary kabul edýär.

### 9.3. Ugurlar we aralyklar

Ýeriň üstünde kesgitlemesi boýunça demirgazyk we günorta ugurlary meridianlar, emma günbatar we gündogar taraplardan bolsa paralleller geçýär. **Demirgazyk-gündogar** ugur demirgazyk polýusdan sagat diliniň ugruna  $45^{\circ}$ -lyk burça tapawut etmek bilen alynýar. **Günorta-gündogar** ugur bolsa demirgazyk polýusdan sagat diliniň ugruna  $135^{\circ}$ -lyk burç bilen tapawutlanýar. **Günorta – günbatar** tarapdan hem öz gezeginde demirgazyk polýusdan sagat diliniň ugruna  $225^{\circ}$ -lyk burça tapawut edýär. **Demirgazyk-günbatar** tarap demirgazyk polýusdan sagat diliniň ugruna  $315^{\circ}$ -lyk burça tapawut edýär. Azimut we magnit diliniň ugry Ýeriň üstünde oriýentirlemegi geçirmekde esasy elementler hasaplanylýar. Emma bu ululyklar dürli bolup geoinformasion sistemalarynda diňe *azimut* ulanylýar (9.6-njy surat).



9.6-njy surat. Uly tegelegiň radiusy.



Ýeriň üstünde berlen iki nokadyň arasyndaky iň gysga aralyk uly tegelegiň dugasy bilen kesgitlenilýär. **Azimut** – berlen nokadyň üstünden geçýän meridianyň demirgazygyndan başlap berlen ugra çenli aralykdaky gorizonta burçdyr. Ol sagat diliniň ugruna  $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär we **A** harpy bilen belgilenilýär. **Uly tegelek** – bu Ýeriň üstünde berlen ägirt töwerek bolmak bilen, onuň merkezi Ýeriň merkezi, emma radiusy – Ýeriň radiusy bilen gabat gelýär. Eger-de Ýeri onuň ugry boýunça hyýaly kessek, onda iki sany meňzeş ýarymlar emele gelýär. Parallelleriniň (gňligiň çyzygy) arasyndan diňe **ekwator** uly tegelek bolup biler.

Ýer ellipsoidiniň üstünde bir-birinden  $180^{\circ}$  burç bilen tapawutlanýan iki meridian (uzaklygyň çyzygy) hem **uly tegelegi** emele getirýär. Ýeriň merkezinden geçmeýän galan tegelekleriň ählisi **kiçi tegelekler** hasaplanylýar. Bu ýerde bir zady, ýagny uly tegelegiň dugasy boýunça hereketde bolanda biz her bir meridiany dürli burçlar (ekwator we meridianlardan başgalarda) bilen kesip geçeriş. Uly tegelegiň dugasynyň demirgazygyndan başlap berlen çyzyga çenli aralykdaky burça **azimut** diýilýär. Ol gelip çykyşy boýunça arap sözi bolup türkmen diline “*ýollar, ugurlar*” diýen manylarda terjime edilýär. Adatça azimut gradusda ölçenilip, ol sagat diliniň ugruna üýtgeýär.

**Magnit polýusynyň ýagdaýy** – bu her bir meridiany birmeňzeş burç bilen kesip geçýän magnit diliniň ugrudyr (başgaça rumbuň çyzyklary ýa-da loksodromiýa diýilýär). Muny uzaklyklaryň çyzyklarynyň polýusda birleşändigini, emma kompasyň diliniň çyzyklarynyň spiral boýunça polýusa ugrukmagy bilen düşündirmek bolar. Nawigasion hereketlerini kompasyň magnit diliniň ugry boýunça geçirmek amatly hem bolsa, bu iki nokadyň arasyndaky iň gysga aralyk däl. Şeýle-de bolsa uçarlar we gämiler kompas boýunça hereket edýärler. Bu ulaglaryň magnit diliniň ugruny yzarlamagy bilen amala aşyrylýar. Emma käbir ýagdaýlarda bu ugurdan gyşaryp, has takyk uly tegelegiň dugasy boýunça hereket dowam etdirilýär.

Geoinformasion sistemalar berlen nokatdan erkin ugur boýunça kesgitlenen kesimleri alyp goýmak bilen elmydama uly tegelegiň dugasyny yzarlaýar. Geoinformasion sistemalarda ugry ýa-

da azimuty kesgitlemek üçin biz demirgazyk polýusdan sagat diliniň ugruna graduslary ( $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli aralykda) alyp goýýarys. Şonuň ýaly-da meteorologiki hadysalary bahalamakda ýeller gülüniň (ýelleriň rozasynyň) 16 ugrunyň haýsy hem bolsa birini alyp goýmak bilen geçirmek mümkin (N(demirgazyk), NNE (demirgazyk-demirgazyk-gündogar), NE (demirgazyk - gündogar), ENE (gündogar – demirgazyk - dündogar), E (gündogar) we ş.m.).

Geoinformasion sistemalar elmydama iki nokadyň arasyndaky aralyklary uly tegelegiň dugasy boýunça ölçeyär. Eger-de siz kartany kagyzyň tekiz sahypasynda seredýän bolsaňyz, onda uly tegelegiň radiusy elmydama göni çyzyk bolmaýar we aralyk ýa-da masştab kartada elmydama hemişelik bolmaýar.

#### 9.4. Kartalaryň we atlaslaryň proyeksiýalary

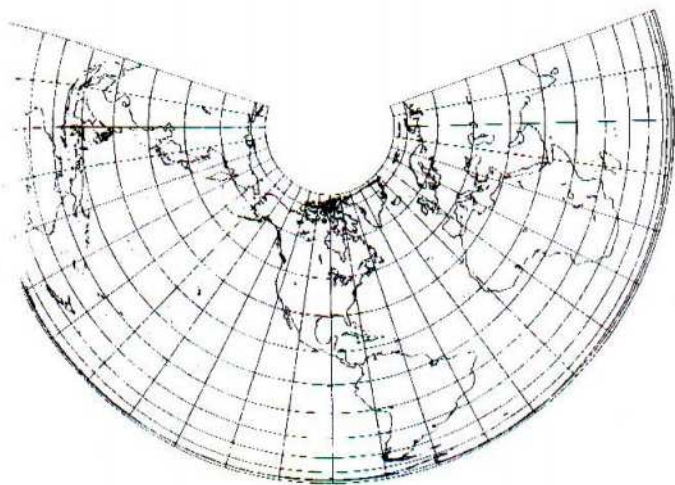
Kartalary düzmekde Ýeriň sferiki üstüni tekizlige proyektirleýärler. Ýeriň fiziki üstüni tekizlikde(kartada) şekillendirmek üçin iki operasiýa: ýagny Ýeriň çylşyrymly relýefi bilen bilelikde ellipsoidiň üstüne (ellipsoid geodeziki we astronomiki ölçegleri bilen esaslandyrylan) proyektirlenilýär, soňra haýsy hem bolsa kartografiki proyeksiýalaryň biri bilen ellipsoidiň üstüni tekizlikde şekillendirmekden ybarat. Ýer ellipsoidiniň şular ýaly kabul edilmegine kartalaryň proyeksiýasy diýilýär.

Ýeriň sferiki üstüni tekizlige **meýdan, burç, aralyk** we **ugurlar** boýunça ýoýulmasyz tekizlige teswirlemek mümkin däl. Şonuň üçin hem kartografiki proyeksiýalar haýsy hem bolsa bir parametri ýoýulmasyz saklap beýlekilerini üýtgedýär. Aşakda has umumy proyeksiýalaryň tiplerine seredip geçeliň:

- **deňululykly** kartalarda meýdan ýoýulmasy ýokdur, onda territoriýanyň sudurlarynyň meýdanlarynyň gatnaşygy dogry geçirilýär (9.7-nji surat). Bu proyeksiýalar kartada uly territoriýalary eýeleýän ýerlerde burç we forma ýoýulmalarynyň uly bahasynyň bolmagy bilen tapawutlanýar (9.8-nji surat). **Albersiň** deňululykly konus proyeksiýasy adaty tematiki kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar;

- **deňburçly** kartada burçlaryň ýoýulmasy ýokdur. Bu proyeksiýalarda tükeniksiz kiçi formalar ýoýulmaýar, emma islendik

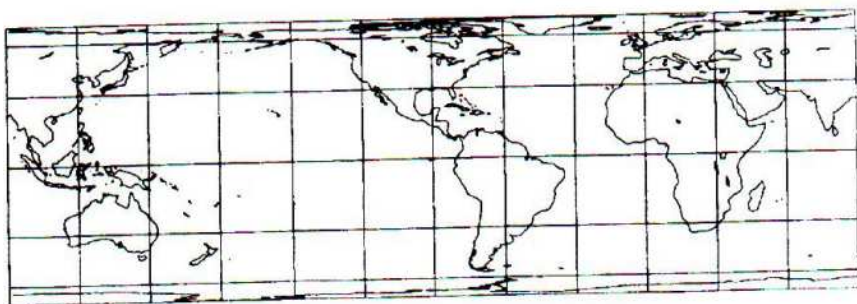
nokatda uzynlyk masşaby hemme ugurlar boýunça hemişelik saklanylýar (1.9-njy surat). Bu proyeksiýalar uly territoriýany eýeleýän kartalar üçin meýdan ýoýulmasynyň uly bahalary almagy bilen tapawutlanýar (9.10-njy surat). **Lambertiň** deňululykly proyeksiýasy we **Merkatoryň** deňululykly kese proyeksiýalary uly masşaby kartalary düzmek üçin ulanylýar.



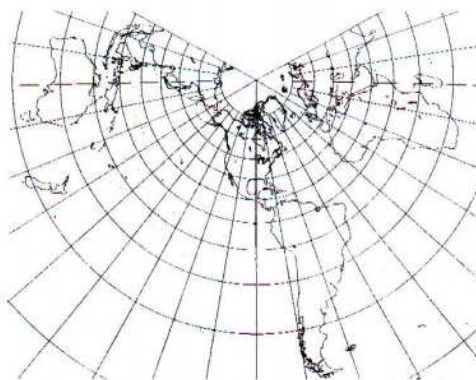
9.7-nji surat. Deňululykly konus proyeksiýa.

Kartografiýanyň önümçiliginde ne deňululykly, ne-de deňburçly bolan proyeksiýalar giňden (has köpräk) ulanylýar. Şol bir wagtyň özünde proyeksiýalar hem deňburçly we deňululykly bolup bilmez. Umuman aýdanda burç ýoýulmasynyň ululygy näçe uly bolsa, şonça-da meýdan ýoýulmasynyň ululygy kiçi ýa-da tersine bolýar. Özleriniň häsiýetleri boýunça erkin proyeksiýalar deňburçly we deňululykly proyeksiýalaryň aralygynda saklanýar. Erkin proyeksiýalardan deňaralyklary bellemek mümkin.

- **deňaralyk** uzynlyk masşaby haýsy hem bolsa bir ugurda hemişelik we esasy masşaba deňdir (meselem, meridian ýa-da parallel boýunça). Olarda burç we meýdan ýoýulmalary takmynan bir-biri bilen deňagramlaşýar (9.11, 9.12-nji suratlar).



9.8-nji surat. Deňululykly silindrik proyeksiýa.

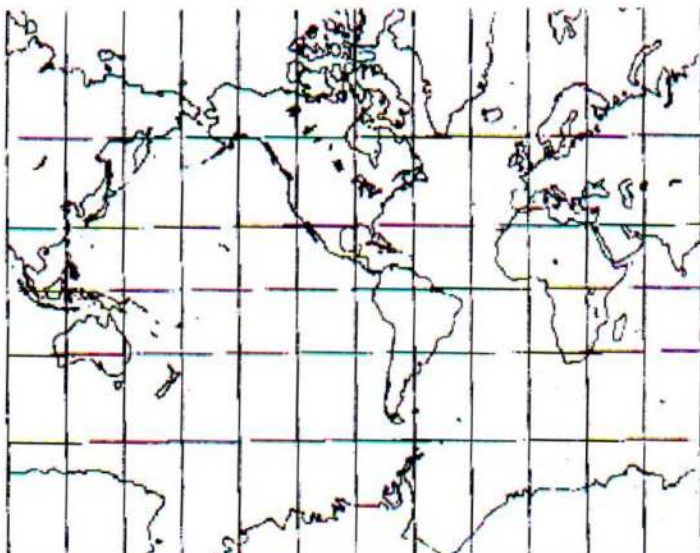


9.9-njy surat. Deňburçly konus proyeksiýa.

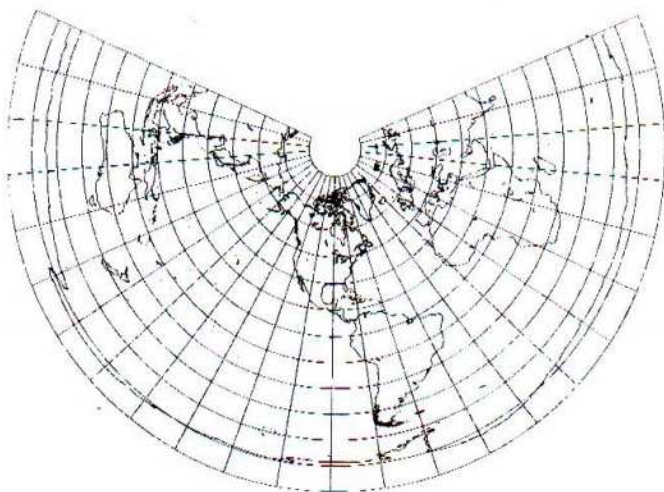
Proýeksiýalar kömekçi üstüň görnüşleri boýunça hem tapawutlanýarlar. Kömekçi üste Ýer şarynyň üstüne proyektirleýärler we tekizlige ýazýarlar.

Şekillendirmegiň kömekçi geometriki üstler boýunça proyeksiýalar: **azimutal, silindrik we konus** görnüşli bolýarlar.

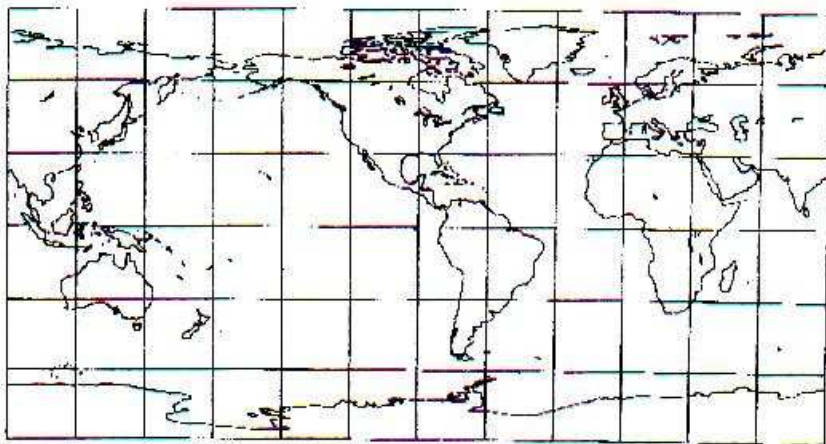
**Azimutal proyeksiýada** ellipsoidiň üstündäki meridian we paralleleriň tory Ýer ellipsoidi galtaşýan ýa-da kesýän tekizlige (üste) geçirilýär. Kesişme nokadyň ýerleşişine (ellipsoidiň üstünde) baglylykda azimutal proyeksiýalar bir-birinden tapawutlanýarlar (9.13-nji surat).



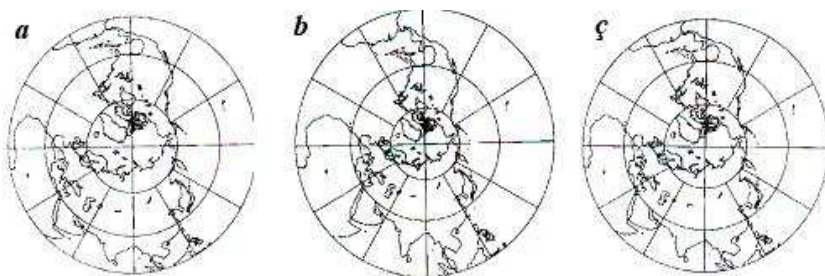
9.10-njy surat. Deňburçly silindrik proyeksiýa.



9.11-nji surat. Deňaralyk konus proyeksiýa.



9.12-nji surat. Deňaralyk silindrik proýeksiýa.



9.13-nji surat. Azimutal proýeksiýalar:  
*a* – deňululykly; *b* – deňburçly; *c* – deňaralyk.

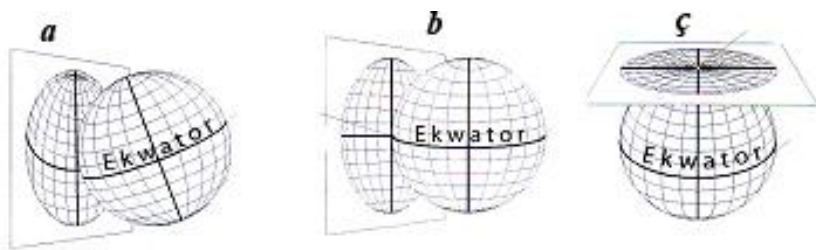
Ýer ellipsoidiň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstüniň (tekizliginiň) oriýentirlenişi boýunça azimutal proýeksiýalar: **Normal azimutal proýeksiýa** haçan-da tekizlik ýer ellipsoidine polýuslarda ýa-da ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar ýagdaýda kesip geçen tekizlikler proýektirlenende alynýar.

Torlaryň görnüşi: meridianlary göni çyzyk bolup, polýuslardan radial ýaýraýarlar, parallelleri bolsa konsentrik töwerekdir. Töweregiň merkezi bolup polýuslar hyzmat edýär.

**Kese azimutal proyeksiýa** haçan-da tekizlik ellipsoide, ekwatoryň haýsy hem bolsa bir nokadynda galtaşsa alynýar.

Torlaryň görnüşi: orta meridian we ekwator göni bolup, özara perpendikulýardyrlar, galan meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşindedir. Käbir ýagdaýlarda paralleller göni çyzyklar görnüşinde suratlandyrylýar.

**Ýapgyt azimutal proyeksiýa** haçan-da tekizlik Ýer ellipsoidiniň üstüne polýuslar bilen ekwatoryň arasyndaky islendik nokatlarda galtaşyp proyektirlense alynýar. Bu proeksiýada kartografik tor: nokadyň galtaşýan meridiany göni bolup, galan meridianlar we paralleller egri çyzyklar görnüşinde bolýarlar.



9.14-nji surat. Azimutal proyeksiýalaryň görnüşleri:

*a* – ýapgyt; *b* – kese; *ç* – normal.

**Azimutal proyeksiýalaryň** arasynda perspektiw proyeksiýany bellemek zerurdyr. Onda proyektirmek kesgitlenen merkezden çykýan şöhleler arkaly amala aşyrylýar (9.14-nji surat). Merkeziň ýerleşşi toruň görnüşini we ýoýulmanyň ýaýraýyş häsietini kesgitleýär.

Proyektirlemegiň merkeziniň ýerleşiş ýagdaýyna baglylykda bu proyeksiýalar:

1. Teswirlemegiň (proyektirlemegiň) merkezi Ýeriň merkezinde ýerleşse, onda oňa *merkezi proektirmek* diýilýär.

2. Teswirlemegiň merkezi garşydaky galtaşma nokatda bolup, ol diametriň ahyrynda ýerleşse, oňa *stereografik proyektirmek* diýilýär.



3. Teswirlemegiň merkezi tükeniksizlikde ýerleşse, oňa *ortografik proyektirmek* diýilýär.

4. Teswirlemegiň merkezi Ýeriň üstünde ýerleşip, ýöne gutarnykly aralykda ýerleşse, oňa *daşky proyektirmek* diýilýär.

Azimutal proyeksiýalar köplenç giňlik we uzaklyk boýunça takmyny deň bolan ýeriň çäkleri üçin ulanylýar. Olardan kartalary düzmekde demirgazyk we günorta ýarym şarlarda polýar azimutal, gündogar we günbatar ýarym şarlar hem-de Afrikanyň ýeriniň çägi üçin ekwatorial proeksiýalar ulanylýar.

**Silindrik proyeksiýa**, Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň üstündäki meridianlaryň we parallelleriň tory galtaşýan silindriň gapdal üstüne proyektirlenilýär we silindir kesilip, tekizlige ýazylýar.

Ýer ellipsoidiniň ýa-da şaryň şekillendirilýän kömekçi üstüne oriýentirlenişine baglylykda silindrik proyeksiýalar: Munda **normal silindrik proyeksiýa** haçan-da silindriň oky Ýer ellipsoidiniň kiçi oky bilen gabat getirilip, silindriň gapdal üstüne teswirlenýär. Bu ýagdaýda meridianlar deň duran paralleller görnüşindedir, paralleller bolsa göni çyzyklardyr we olara özara perpendikulýar ýerleşdirilendir. Normal proyeksiýany ekwatoryň ugrunda oňa ýakyn ýerleşen ýeriň çäkleri üçin ulanmak amatlydyr. Silindirik proyeksiýalar dünýäniň kartasyny düzmek üçin giňden ulanylýar. Merkatoryň deň burçly normal silindirik proyeksiýasynda deňiz kartalary düzülýär.

**Köp (polikoniki) konus proyeksiýa** haçan-da globusyň tory ellipsoidiň üstüne proyektirlenendewe her bir meridianyň we parallelliň emele gelşi ýaly bölünip tekizlige ýazylýar. Polikoniki proyeksiýada paralleller konsentrik töweregiň dugasy, merkezi meridian bolsa göni çyzyk görnüşinde görkezilýär.

Şertli proyeksiýalar gurlanda goşmaça üstden peýdalanylýar. Meridianlaryň we parallelleriň tory haýsy hem bolsa önünden berlen ugur boýunça gurulýar.

Şertli proyeksiýalardan *pseudokonus*, *pseudosilindr* we *pseudoazimutal* proyeksiýalary bellemek bolar. Olarda konus, silindr we azimutal proeksiýalardaky ýaly parallelleriň görnüşi saklanylýar. “**Pseudo**” grekçeden türkmen diline terjime edilende “**ýalan**” diýen



manyny berýär. Bu proyeksiýalarda orta meridian göni çyzyk bolup, galan meridianlar egri çyzykdyr.

Kartografik proyeksiýalar ýeriň çägi, tutýan meýdany boýunça dünýäniň, ýarym şarlaryň, materikleriň we okeanlaryň, aýratyn ýurtlaryň we onuň bölekeriniň kartalary üçin ulanylýar.

Ulanlyşynyň aýratynlyklary boýunça proyeksiýalar: **köpgranly** we **köpzolakly** proyeksiýalara bölünýär.

**Köpgranly** proyeksiýalarda köp sahypaly kartalaryň proyeksiýasynyň parametrleri her bir anyk sahypa ýa-da sahypalar toplумы üçin kabul edilýär.

Köp zolakly proyeksiýalarda sahypalaryň parametrleri kartanyň belli bir zolagy üçin, ýagny şekillendirilýän üst şaryň ýa-da ellipsoidiň üsti bolanda ulanylýar.

**Strategic Mapping** firmasynyň geografiki faýllarynyň köpsanlysy **giňlik/uzaklyk** koordinatlary üçin ulanylýar. Bu faýllarda baş sanly (sifrli) ZIP kodlarda kartalary ilat ýazuwyny geçirmek maksady üçin ulanylýar.

**Konus proyeksiýalary.** Konus proyeksiýalary asakdaky ýaly normal torlary alýarlar: ýagny, uzaklyklaryň tapawudyna proporsional bolan burçlar boýunça bir nokatda kesişýän meridianlary göni, emma parallelleri konsentrik töweregiň dugasy görnüşlidir. Olaryň merkezi meridianlaryň birleşýän nokady bilen gabat gelýär. Şeýle-de, koordinat çyzyklarynyň arasyndaky burçlar göni, emma toruň öýjükleri egri çyzyk esasly trapesiýa görnüşlidir.

Proyeksiýada polýar sferiki we tekiz gönüburçly koordinatlar sistemalary ulanylýar. Gönüburçly koordinatlar sistemasynyň başlangyjy-şekillendirilýän territoriýada günorta paralleli bilen orta meridianyň kesişme nokady alynýar. Polýar koordinatlar sistemasynyň polýusy parallelleriň merkezi bilen gabat getirilýär. Emma polýar oky bolsa şol bir wagtyň özünde absisslar oky (X) we uzaklygyň başlangyç hasaby ýoredilýän meridianlaryň biri alynýar.

Şu klasly proyeksiýalary Ýer şarynyň üstünde kiçi tegeligiň sebitleri boýunça çekilen territoriýalaryň kartalaryny düzmek üçin ulanmak maksada laýyk bolar.

Göni konus proyeksiýalary orta giňliklerdäki territoriýalary şekillendirmekde giňden ulanylýar. Bu sebitleriň giňligi demirgazykdan günorta tarap ugurda  $30 - 40^\circ$ -dan geçmeýär.

Ýapgyt we kese konus proyeksiýalary kiçi tegelegiň sebitleri boýunça ýaýran paralleller bilen gabat gelmeýän territoriýalary şekillendirmekde has seýrek ulanylýar.

**Lambertiň ýapgyt deňululykly proyeksiýasy.** Materikli ýarym şaryň merkezi nokatlary: uzaklyk  $0^\circ$ , giňlik  $45^\circ$ , okeanly  $180^\circ$  uzaklyk, giňlik -  $45^\circ$  uzaklyk.

**GDA-nyň territoriýalarynyň kartalarynyň proyeksiýalary:**

**Kawraýskiniň normal deňaralyk konus proyeksiýasy (1921).** Esasy paralleller:  $+39.5^\circ$  we  $+73.5^\circ$ . GDA döwletleriniň kartalarynda ýoýulmalar: uzynlyk –  $49.4^\circ$ -lyk we  $67.8^\circ$ -lyk giňlikli parallellerde, meýdan  $+ 48.2^\circ$  -lyk we  $+ 68.4^\circ$ -lyk giňlikli parallellerde, burçlar  $+50.6^\circ$ -lyk we  $+66.8^\circ$ -lyk giňlikli parallellerde ýokdur. **F. N. Krasowskiniň** deňaralyk konus proyeksiýasynda  $1:500000$  masştably gipsometriki kartasy we **Ýewropa** böleginiň, şeýle-de **GDA-nyň** ähli territoriýasynyň kartalary düzüldir. Meridianlar boýunça uzynlyk masştaby birmeňzeşdir we ol  $0.99703$  baha deňdir.

**Kawraýskiniň normal deňaralyk proyeksiýasy (1931).** Esasy paralleller:  $+ 47^\circ$  we  $+62^\circ$ . Meridianlar boýunça uzynlyk masştaby  $1-e$  deňdir. Bu proyeksiýa **GDA** döwletleriň günortadan polýar tegeleginiň materikli böleginiň territoriýasyny şekillendirmek üçin ulanylýar. **W. W. Kawraýskiniň** deňaralyk proyeksiýasynda dünýäniň uly sowet atlasy (**DUSA**) öňki SSSR-iň Ýewropa böleginiň, mekdep atlaslarynyň, öňki SSSR-iň diwar, şonuň bilen birlikde  $1:2500000$  masştably maglumatnama gipsometriki kartalaryny düzmekde ulanylýar.

**Lambert-Gaussyň normal deňburçly konus proyeksiýasy.** Esasy paralleller:  $50^\circ$  we  $70^\circ$ . Bu proyeksiýa **Russiýanyň** we **GDA** döwletleriniň, şonuň ýaly-da **Wenera** planetasynyň kartalaryny düzmekde ulanylýar. Proyeksiýada polýus nokat görnüşinde şekillendirilýär.

**Azimutal proyeksiya.** Göni oriýentirlenende azimutal proyeksiýalaryň parallelleri deň bölünen we konsentrik töweregiň dugasy görnüşinde şekillendirilýär. Meridianlary bu töwerekleriň radiusy görnüşinde şekillendirilýär.

Azimutal proyeksiýany takmynan tegelek sebitleriň kartalaryny şekillendirmekde ulanmak maksada laýykdyr. Şu toparyň ýapgyt proyeksiýalaryny materikleriň, materik bölekleriniň kartalaryny düzmekde ulanmak amatly. Kese proyeksiýalary ýarym şarlaryň, normal (göni) proyeksiýalaryny bolsa polýar sebitleriň kartalary üçin ulanmak bolýar.

**Silindrik proyeksiýalar.** Materikleriň kartalary üçin **Lambertiň** ýapgyt ýa-da kese azimutal proyeksiýalary merkezi nokatlaryň koordinatlaryny görkezmek bilen ulanylýar. Meselem, **Ýewropanyň** territoriýasy üçin esasy paralleller:  $+55^{\circ}$ ,  $+52.5^{\circ}$  we uzaklyk  $+20^{\circ}$ ; **Demirgazyk Amerika** üçin giňlik  $+45^{\circ}$  we uzaklyk  $-100^{\circ}$ ,  $-95^{\circ}$  çäklerde bolýar.

Normal silindrik proyeksiýalaryň normal tory özara perpendikulýar gönüler görnüşindedir. Meridianlary bir – birinden deň aralyklarda ýerleşendir. Parallelleri göni, olaryň arasyndaky aralyklar proyeksiýalaryň häsiýetine (gurluşyna) baglylykda üýtgeýär. Meridianlaryň biri edil absissa (X) oky görnüşinde alynýar. Ekwator ýa-da parallelleriň biri ordinata (Y) oky görnüşinde ulanylýar. Proyeksiýany göni oriýentirlände meridianlar we paralleller torunyň öýjükleri gönüburçlугy döredýär we olaryň arasyndaky aralyk deň bölünendir.

Göni silindrik proyeksiýalary ekwatoryň ýakasy boýunça çekilen territoriýalary şekillendirmekde ulanmak maksada laýykdyr.

Normal silindrik proyeksiýalardan has köp ýaýrany deňburçly proyeksiýalardyr. Olarda hemişelik azimutyň çyzyklary, ýagny **loksodromiýa** çyzykly däl görnüşinde şekillendirilýär. Şonuň üçin hem adatça bu proyeksiýalar deňiz we awiasion nawigasiýaly kartalary düzmekde ulanylýar.

Häzirki wagtda dünýäniň dürli ýurtlarynda topografiki kartalary düzmekde giňden we bölekleyin: *trapesiýa görnüşli psewdosilindrik*; *Bonnyň deňululykly psewdosilindrik*; *deňburçly azimutal*; *meridianlaryň ýakasy boýunça deňaralyk azimutal*;

*deňburçly konus; sada köpkonus; Labordyň, Gauss - Krýuger* kesesi silindrik we **UTM** proyeksiýalary ulanylýar.

Biziň ýurdumyzda topografiki kartalary düzmekde **Gauss – Krüger** kesesi silindrik proyeksiýasy ulanylýar. Proyeksiýa deňburçly bolup, orta meridian – ýoýulmasyz göni çyzykdyr, ekwator hem ýoýulmasyz orta meridiaňa perpendikulýar göni çyzykdyr. Galan parallelleriň we meridianlaryň ählisi egri çyzyk görnüşinde we orta meridian boýunça oňnatlykda guralaryna simmetrik şekillendirilýär. Bu proyeksiýa Türkmenistanyň topografiki kartalaryny we planlaryny düzmek üçin köp polýusly gönüşinde ulanylýar.

Polýuslar

üstde

$6^\circ$ -lyk we  $3^\circ$ -lyk uzaklyk radiusly meridianlar bilen çäklendirilendir.

1928-nji ýylda bolup geçen **III geodeziki** konferensiýanyň kararyna laýyklykda **Gauss – Krüger** proyeksiýasy geodeziki işleri ýerine ýetirmekde ulanylyp başlanylýar. Şeýle-de bu konferensiýa **1:200000** we ondan uly masştably topografiki kartalary düzmekde proyeksiýanyň ulanylmagyny esaslandyrýar. 1939-njy ýyldan başlap bolsa bu proyeksiýa **1:500000** masştably kartalary düzmek üçin hem ulanylyp başlanylýar. **Gauss – Krüger** proyeksiýasy ellipsoidiň üstüni tekizlikde **1:10000 – 1:500000** masştably topografiki kartalarda şekillendirmekde alty graduslyk zonalary we **1:2000 – 1:5000** masştably topografiki kartalary üçin bolsa üç graduslyk zonalarda ulanylýar.

Häzirki döwürde köp sanly döwletleriň topografiki kartalaryny düzmek üçin **Gauss – Bogu** proyeksiýasynda alty graduslyk meridianly zonalary ulanylýar. Başgaça aýdanda bu proyeksiýa **Merkator** uniwersal kesesi – silindrik proyeksiýasy (**UTM**) diýilýär.

Berlen proyeksiýa meňzeşligi boýunça **Gauss – Krüger** proyeksiýasyna örän ýakyndyr. Emma onuň her bir zonasynyň ok meridiany boýunça hususy masştab **1** bolman, eýsem **0.9996**-a deňdir.

**Kartalaryň proyeksiýalary we geoinformasion sistemalarda koordinat sistemalary.** Kartalaryň proyeksiýalaryny we koordinata sistemalaryny tapawutlandyrmak, geoinformasion kartalary düzmekde wajypdyr. **Kartalaryň proyeksiýalary** - dürli

parametrleri, başlangyç we gyraky parallelleri, ölçeg birlikleri we ş.m. boýunça matematiki kesgitlenen formadadyr. Projeksiýalar bilen işlände, olaryň her biriniň parametri hökmany ýagdaýda berlen bolmalydyr. Projeksiýalaryň her biri ilki bilen koordinat sistemalary, kartalaryň projeksiýalary we onuň parametrleri bilen häsiýetlendirilýär.

Köp sanly geoinformasion sistemalarynda koordinat sistemalarynyň bir görnüşinden beýlekisine öwürmek usullary goýlandyr. Aktiv geografiki faýlyny başga bir sistema öwürmek üçin **MAP/CHANCE PROJECTION** buýrukly (komandasy) operatory ulanylýar.

**Materikleriň, okeanlaryň ýa-da uly bolmadyk** sebitleriň projeksiýalary aşakdaky ýaly alynýar:

- Albersiň normal deňululyk konus projeksiýasy;
- Lambertiň normal deňburçly konus projeksiýasy;
- Merkatoryň kese silindrik projeksiýasy;
- Merkatoryň ýapgyt projeksiýasy;
- bir nokat we azimuth boýunça, bu ýerde  $X$  oky uly tegelegiň boýuna ugrukdyrylandyr;
- bir nokat we azimuth boýunça, bu ýerde günbatar – dündogar ugry  $X$  oky arkaly alynýar;
- iki nokat boýunça, bu ýerde  $X$  oky uly tegelegiň ýakasy boýuna ugrukdyrylan bolýar;
- iki nokat boýunça, bu ýerde günbatar – gündogar ugry  $X$  oky hökmünde alynýar.

#### **Dünýäniň projeksiýalary:**

- Milleriň dünýä projeksiýasy;
- Robinsonyň dünýä projeksiýasy;
- Merkatoryň klassiki dünýä projeksiýasy (ekwatoryň ýakasynda galtaşýan).

#### **Beýleki projeksiýalar:**

- Uzaklyk/giňlik (**LL**) koordinatlar torunyň bahalary onlaşa gradusda alynýar;

Ulanyjylar üçin niýetlenen projeksiýa (erkin Dekart koordinatlar sistemasy  $(x, y)$  boýunça alynýar).

## 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. М.Аллаков. Картография. Ашгабат. “Тызыклы электроника” неширяты. 1997 й.

9. М.Аллаков. “Геодезиянын эсаслары”. Ашгабат. “Тызыклы электроника” неширяты. 1998 й.

10. Л.А.Вахремеева. Картография. Москва. Недра. 1981 г.

11. Л.А.Вахремеева, Л.М.Бугаевский, Математическая картография. Москва. Изд-во Недра. 1986 г.

12. Т.В.Вершакова, Н.С.Подобедов. Полевая картография. Москва. Недра. 1986 г.

13. Н. М. Волков. Принципы и методы картометрии. Москва. АН. СССР. 1950 г.

14. А.Б.Кезлинг. Технология составления и подготовки карт к изданию. М. ВИА. 1983 г.

15. В.И.Кравцова. Космическое картографирование. МГУ. 1977 г.

16. К.А.Салищев. Картография. 3-е изд-во МГУ, 1982 г.

17. К. А. Салищев. Картоведение. 2-е изд-во МГУ, 1982 г.

18. К. А. Салищев. Проектирование и составление карт. 2-е изд-во МГУ, 1987.

19. К. А. Салищев. Идеи и теоретические проблемы в картографии 80-ых годов (Итоги науки и техники. Картография. Т.-М; 1980 г.

20. В.Т.Жуков, С.Н.Серебряк., В.С.Тикунов. Математико-карто-графическое моделирование в географии. Москва. Мысль. 1980 г.

21. Дж. Мартин. Организация баз данных в вычислительных системах. Москва. Мир. 1980 г.

## MAZMUNY:

### GIRIŞ

1. Matematiki kartografiýa ylmy barada umumy düşünje.....7
2. Matematiki kartografiýa ylmynyň gysgaça ösüş taryhy.....9

### I. KARTALARYŇ GEODEZIKI ESASLARY

- 1.1. Ýeriň formasy we ölçegleri.....13
- 1.2. Ýer ellipsoidini şar bilen çalyşmak.....17
- 1.3. Koordinat sistemalary.....20
- 1.4. Türkmenistanyň geodeziki torlary.....23

### II. KARTALARYŇ MATEMATIKI ESASLARY

- 2.1. Umumy düşünje.....28
- 2.2. Masştab we onuň görnüşleri.....29
- 2.3. Kartografiki proyeksiýalar.....32
- 2.4. Proyeksiýalarda ýoýulmalaryň çägi.....42
- 3.4. Ellips ýoýulmasy we onuň dürli kartografiki nomogramalaryň kömegi bilen kesgitlenişi.....44

### III. GLOBUSUN ELEMENTLERINI HASAPLAMAK

- 3.1. Umumy görkezme.....48
- 3.2. Globusyň häsiýetleri.....51
- 3.3. Ortodromiýa we loksodromiýa barada düşünje .....52

### IV. AZIMUTAL PROJÉKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

- 4.1. Proyeksiýalaryň görnüşleri barada gysgaca maglumat..... 56
- 4.2. Kartografiýada ulanylýan proyektirlemegiň görnüşleri.....58
- 4.3. Azimutal proyeksiýalar barada düşünje.....59
- 4.4. Azimutal proyeksiýalaryň umumy deňlemeleri.....60

### V. SILINDRIK PROJÉKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

- 5.1. Umumy düşünje.....67
- 5.2. Silindrik proyeksiýalarda hususy masştabyň kesgitlenişine degişli mysallar.....70
- 5.3. Normal silindrik proyeksiýalaryň häsiýetleri.....73
- 5.4. Silindrik proyeksiýanyň umumy teoriýasy.....73
- 5.5. Kese silindrik proyeksiýanyň umumy deňlemeleri.....75

### VI. KONUS PROJÉKSIÝALARYŇ TEORIÝASY

- 6.1. Umumy düşünje.....77
- 6.2. Konus proyeksiýalaryň käbir paramatrlerini hasaplamak.....79



6.3. Konus proyeksiýalarda ýoýulmalaryň berlişi.....	80
<b>VII. ERKIN PROJĖKSIÝALAR WE OLARYŇ GÖRNÜŞLERI</b>	
7.1. Pseudo proyeksiýalar.....	84
7.2. Pseudosilindrik proyeksiýa.....	85
7.3. Ekkertiň deňululykly pseudosilindrik proyeksiýasynyň torunyň häsiýetleri.....	86
7.3. Pseudokonus we pseudoazimutal proyeksiýalar.....	88
<b>VIII. NOMENKLATURALY KARTALARYŇ PROJĖKSIÝALARY</b>	
8.1. Umumy düşünje.....	91
8.2. Gönüburçly grafalara bölmek .....	92
8.3. Trapesiýaly grafalara bölmek.....	93
8.4. Kartalaryň nomenklaturasyny kesgitlemek .....	94
8.5. 1:5000 we ondan uly masştably topografiki kartalaryň nomenklaturasyny kesgitlemek.....	100
<b>IX. KOMPÝUTER KARTALARYNDA MATEMATIKI ESASYŇ BERLIŞI</b>	
9.1. Kartalaryň masştablary.....	102
9.2. Giňlik we uzaklyk.....	104
9.3. Ugurlar we aralyklar.....	108
9.4. Kartalaryň we atlaslaryň proyeksiýalary.....	110
<b>EDEBIÝAT.....</b>	<b>122</b>