

A.M.PAŞAYEV, Q.Ş.MƏMMƏDOV,
H.İ.QULİYEV, İ.H.ƏHMƏDOV

AERONAVİQASİYADA KARTOQRAFİK PROYEKSİYALAR

Azərbaycan Respublikası
«Azərbaycan Hava Yolları» Dövlət Konserni
Milli Aviasiya Akademiyası tələbələri üçün dərslik

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin
20 oktyabr 2006-cı il tarixli 759 sayılı əmri
ilə dərslik kimi təsdiq edilmişdir.*

BAKI - 2006

4500
A30

Elmi redaktorları:

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin «Mühəndis geodeziyası» kafedrasının müdiri, dosent **Saçlı Abdulxaq qızı Qəniyeva**, BDU-nun «Geodeziya və kartoqrafiya» kafedrasının dosenti **Rafael Vəli oğlu Bayramov**

Rəyçilər:

Azərbaycan Respublikası Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsinin Baş İdarəsinin rəisi **R.Ə.Hüseynli**, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin «Mühəndis geodeziyası» kafedrasının dosenti **R.Ə.Eminov**

A.M.Paşayev, Q.Ş.Məmmədov, H.İ.Quliyev, İ.H.Əhmədov. Aeronaviqasiyada kartoqrafik proyeksiyalar. Azərbaycan Respublikası «Azərbaycan Hava Yolları» Dövlət Konserni Milli Aviasiya Akademiyası tələbələri üçün dərslik. Bakı, «Nafta-Press», 2006, 304 səh. 100 şəkil.

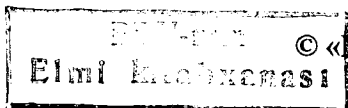
Dərslikdə aeronaviqasiyada istifadə olunan xəritələrin hansı kartoqrafiya proyeksiyasında tərtib olunmasına xüsusi diqqət yetirilib. Ümumiyyətlə, dərslikdə topoqrafiya, geodeziya, kartoqrafiyaya geniş yer verilib.

Burada Yerin forması, ölçüləri, aviasiyada istifadə olunan koordinat sistemləri, müxtəlif proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələr haqqında və təcrübəvi olaraq xəritələrdən istifadə qaydası da öz əksini tapmışdır.

Dərslik çox geniş məlumatlı olduğu üçün Azərbaycan Respublikası «Azərbaycan Hava Yolları» Dövlət Konserni Milli Aviasiya Akademiyasının tələbələri, universitetlərin coğrafiya fakültələrinin tələbələri, ali, orta hərbi məktəblər, dəniz donanmasında işləyən mütəxəssislər və tələbələr də istifadə edə bilərlər.

ISBN 9952-437-14-5

P $\frac{1802020000 - 1}{071(2006)}$ Qrifli nəşr



© «Nafta-Press» nəşriyyatı, 2006

GİRİŞ

Təyyarələrin uçuşu üçün aparılan hazırlıq əməliyyatları ya yer səthində və ya yer səthi ilə bilavasitə bağlı şəraitdə həyata keçirildiyi üçün yer ünsürləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu şərait yaradır ki, hərtərəfli taktiki və mühafizə xüsusiyyətlərini düzgün qiymətləndirib, konkret aeronaviqasiya şəraitində onları tətbiq etmək mümkün olsun.

Aviasiyaın peşəkarlığı daima artdığı bir şəraitdə topoqrafiyanın istənilən yerdə müvəffəqiyyətlə öyrənilməsinə ehtiyac duyulur.

Kartoqrafiya və topoqrafiyanın öyrənilməsi bütün kontingentlər üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Elmin bu sahəsi şturmanlar üçün ən vacib məsələlərdən biridir.

Müxtəlif şəraitdə yerin öyrənilməsi üsulları - hərəkətdə, gecə, gündüz, görünmənin məhdudluğu şəraitində orientirləmə, uçuş zonasında işin aparılmasını asanlaşdırır.

Kartoqrafiya və topoqrafiya xəritələrindən istifadə etməyi bilmək, təyyarəçiyə, şturmana, imkan verir ki, əvvəlcədən özü olduğu yeri və təyyarənin düşəcəyi yeri öyrənib lazımi məlumatları əldə etsin, hesablamalar aparsın. Ondan başqa kütləvi qırğın silahlarının tətbiq olunduğu ərazidə atom və hidrogen bombalarının düşdükləri yerdən mühafizə olunmaq üçün yerin seçilməsi kimi vacib məsələlər həll olunur.

Azərbaycan Respublikasında yeni marşrutların açılması naviqasiya xəritələrinin tərtibinə ehtiyacı artırır.

Bu dərslinin hazırlanmasında əsas məqsəd «Azərbaycan hava yolları» Dövlət Konserni Milli Aviasiya Akademiyasında oxuyan tələbələrin kartoqrafiya və topoqrafiya proqramının öyrənməsinə və aviasiya nəqliyyatı mütəxəssislərinin topoqrafiya sahəsində öz biliklərini daha da artırmağa yönəldilmişdir.

Dərslidə göstərilən məsələ və misallar, təkliflər yer üzərində ərazinin öyrənilməsinə, oriyentirləmənin yerli şəraitdən asılı olduğunu və aviasiya nəqliyyat mütəxəssislərinin müxtəlif variantlar seçməyə imkan yaradır.

Dərslük çox geniş məlumatlı olduğu üçün universitetlərin coğrafiya fakültələrinin, ali, orta hərbi məktəb tələbələri, dəniz donanmasında işləyən mütəxəssislər və tələbələri də istifadə edə bilərlər.

Müəlliflər dərslinin qüsurlu cəhətlərini göstərərək onların aradan qaldırılmasına çox köməklik etmiş şəxslərə - Azərbaycan Respublikası Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsinin Dövlət Aerogeodeziya Müəssisəsinin direktoru Ələsov Nəbi Əli oğluna və Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsinin Dövlət Torpaq Kadastrı və Monitorinqi Elm-İstehsalat Mərkəzinin Baş mühəndisi İsmayılov Nazim Soltan oğluna öz minnətdarlığını bildirirlər. Bu dərslük Azərbaycan Respublikasında ilk təşəbbüslərdən olduğu üçün yəqin ki, müəyyən qüsurları olmamış deyil. Bu haqda öz qeyd və təkliflərini yazacaq oxuculara müəlliflər əvvəlcədən təşəkkür edirlər.

I FƏSİL

TOPOQRAFIYANIN PREDMETİ VƏ MƏQSƏDİ

§1. Topoqrafiyanın predmeti

Topoqrafiya sözü yunan sözüdür. Onun mənası iki sözün birləşməsindən əmələ gələrək *topos* – yer, ərazi və *grapho* – yazıram, yəni hərfi mənası yerin izahı deməkdir.

Topoqrafiya – ərazinin öyrənilməsi və orada ölçmə işlərinin aparma üsullarını öyrədən bir elmdir.

Topoqrafiyanın əsas elmi məsələləri aşağıdakılardır:

- hərbi əməliyyatları aparmaq üçün hazırlıq işləri, onların təşkili və həyata keçirilməsi, ərazinin təsiredici amillərinin öyrənilməsi, sistemləşməsi, ümumiləşdirilməsinin topoqrafik xəritədə öz əksini tapması, əraziyə aid müxtəlif sənədlərin əldə edilməsi;

- mülki aviasiyada və hərbi məsələlərin həlli məqsədi üçün ərazinin öyrənilməsi üsullarının və orada oriyentirləmənin işlənilib hazırlanması;

- ərazidə ölçmə işlərinin aparılması üsullarının seçilib hazırlanması, topoqrafiya işləri (planalma, rekoqnossira, ayrı-ayrı nöqtələrin koordinatlarının tapılması və s.), atıcılıq, artilleriya, aeronaviqasiya, hərbi-mühəndis və s. məsələlərin həyata keçirilməsinə hazırlıq.

Düşmənin arxasında kəşfiyyat işləri aparanda - hərbi sənədlərin qrafikası tərtib olunanda bu ölçmə işləri

geniş tətbiq olunur. Onlar xəritənin dəqiqləşdirilməsinə, öz komanda və müşahidə məntəqələrinin atəş mövqelərini, hədəfə atəş açmaq üçün (məsafəni, istiqaməti, nisbi yüksəkliyi, koordinatları və s.) lazımi məlumatların əldə edilməsinə yönəldilmişdir.

Deyilənləri ümumiləşdirib belə bir nəticəyə gəlmək olar: topoqrafiyanın əsas vəzifəsi ərazini öyrənmə üsullarını və vasitələrini tədqiq etmək və qoşunun hərbi hərəkəti üçün onları topoqrafiya xəritələri ilə təmin etməkdir.

Ərazi, taktika operativ sənət, hərbi coğrafiya, istehkam elmi (fortifikasiya) və s. hərbi və hərbi texniki biliklə öyrənilən obyektlərdən biridir. Bunların hər biri öz qarşısında qoyulan məsələnin həlli üçün ərazini öyrənir. Topoqrafiya ərazinin taktiki cəhətdən bütün xüsusiyyətlərini öyrənib, onları yekunlaşdırıb ərazinin hər bir hissəsinin necə olduğunu dəqiqləşdirib, qoşunun necə hərəkət edəcəyini müəyyənləşdirir. Ərazidə oriyentirləmə, topoqrafik planalma və s. işləri yalnız topoqrafların özləri həyata keçirdikdə çox səmərəli olur.

Öz texniki məsələlərinin həllində hərbi topoqraflar geodeziya – topoqrafiya, kartoqrafiya, ali geodeziya, mühəndis geodeziyası, kosmik geodeziya və sairələrlə əlaqəli bütün texniki elmlərin nailiyyətlərindən istifadə edirlər.

Geodeziya Yer planetini bütövlükdə və onun ayrı-ayrı hissələrini həndəsi nöqtəyi-nəzərdən öyrənən elmdir. Geodeziya qədim yunan sözü olub (geodaisia) yer böl-

mək və ya hissələrə ayırmaq mənasını verir. Müasir topoqrafiya və geodeziya elmi aşağıdakı sərbəst fənlərə bölünür:

1. **Ali geodeziya** – dövlət geodeziya istinad məntəqələri şəbəkəsi yaratmanın, Yer in formasını və ölçülərini təyin etmənin, Yer qabığının üfüqi və şaquli istiqamətdə hərəkətinin üsul və metodlarını öyrədir.

2. **Topoqrafiya və geodeziya** – plan və xəritə tərtib etmək üçün yer in fiziki səthini və onun üzərindəki obyektləri həndəsi cəhətdən öyrədir. Topoqrafiyanın əsas tədqiqat üsulu planalmadır. Plan və xəritə tərtib etmək üçün yer üzərində aparılan kompleks geodeziya ölçü işlərinə *planalma* deyilir. Planalma işləri birbaşa ərazidə və ev şəraitində (laboratoriyada) yerinə yetirilir. Ərazidə görülən işlərə *çöl işləri*, laboratoriyada görülən işlərə isə *kameral işlər* deyilir. Hazırda topoqrafiya kiçik ərazilərdə aparılan planalma işləri ilə məşğul olur.

3. **Mühəndis geodeziyası** – təbii ehtiyatların mənimlənməsi, mülki, sənaye, hərbi və hidrotexniki obyektlərin, eləcə də yer quruluşu və meliorasiya işlərinin layihələşdirilməsi, bir çox mühəndis axtarışları və mürəkkəb konstruksiyaların quraşdırılması zamanı yerinə yetirilən geodeziya işlərinin üsul və metodlarından bəhs edir.

4. **Kosmik geodeziya** - radiodalğalar və işıq şuaları vasitəsilə süni peyklərin verdiyi məlumatlara əsasən yer in formasını, ölçülərini və Yer üzərində nöqtələrin koordinatlarını təyin edən elmə deyilir.

5. Kartoqrafiya – coğrafi xəritələr və digər kartoqrafik əsərlər, onların xüsusiyyətləri, yaradılması və istifadə olunması üsulları haqqında elmdir. Müasir kartoqrafiya xəritəşünaslıq, riyazi kartoqrafiya, xəritələrin tərtibi və redaktə edilməsi, xəritələrin qrafiki düzəldilməsi, xəritələrin nəşri və kartometriya kimi bir neçə fənnə və ya şöbəyə ayrılır.

Geodeziya ölçü işləri apardıqda müxtəlif konstruksiyalı çoxlu alət və cihazlardan istifadə olunur. Müasir geodeziya alət və cihazlarının hazırlanması, onlardan istifadə edilməsinin üsul və metodları da geodeziyanın predmetinə daxildir.

§2. Topoqrafiya və ya geodeziyanın əhəmiyyəti və başqa elmlərlə əlaqəsi

Xalq təsərrüfatının elə bir sahəsi yoxdur ki, orada topoqrafiya -geodeziya elminin məhsulu və son nəticəsi olan plan və xəritələrdən istifadə olunmasın. Məsələn, mülki aviasiyada, hərbi əməliyyatların aparılmasında, müxtəlif yol və kanalların çəkilməsində, yaşayış məntəqələrinin salınmasında, müxtəlif hidrotexniki, sənaye və digər obyektlərin inşasında, hava və su nəqliyyatında, aeronaviqasiya məsələlərinin həllində tədris və elmi-tədqiqat işlərində, təbii ehtiyatların mənimsənilməsində, ölkənin müdafiəsi və sair işlərdə plan və xəritələrdən geniş istifadə olunur. Bu obyektlərin inşası üçün müxtəlif

mühəndis-geodeziya işləri görülür, plan və xəritələrdən istifadə edilir.

Topoqrafiya və geodeziya elmi başqa elmlərlə sıx əlaqədədir. Belə ki, topoqrafiya ölçmə və hesablama işlərində, bu işlərin tarazlaşdırılmasında riyaziyyatın, geodeziya alətlərindən istifadə etdikdə fizikanın və mexanikanın, ərazi təbiətinin qanunauyğunluqlarının dərk olunmasında və xəritədə düzgün təsvir olunmasında Yer haqqında olan elmlərin, cəhətlərin təyin olunmasında astronomiyanın və sair elmlərin hazır nəticə və nailiyyətlərindən istifadə edir. Nəticədə isə bu və ya digər elmlərə hazır material (plan, xəritə, profil) verir.

§3. Topoqrafiyanın inkişaf tarixi haqqında qısa məlumat

Topoqrafiya elmi qədim elmlərdən biridir. Arxeoloji qazıntılar nəticəsində məlum olmuşdur ki, topoqrafiya elmi eramızdan 30-35 əsr əvvəl qədim Şərqdə yaranmışdır. Topoqrafiya ilə həndəsə bir elm kimi əsrlər boyu birlikdə inkişaf etmişdir. Eramızdan əvvəl III əsrdə həndəsəşünas Evklid geodeziya elmini həndəsə üzərində əsaslandırmışdır. Qədim yunanlar Misir alimlərinin geodeziya elmi sahəsində əldə etdikləri məlumatları öyrənərək onu xeyli inkişaf etdirmişlər. 24 əsr bundan əvvəl yaşamış yunan alimi Pifaqor Yerin kürə şəklində olması fərziyyəsini əsaslandırmışdır.

İlk qlobus* eramızdan əvvəl II əsrdə yunan alimi Klavdiya Ptolomey tərəfindən düzəldilməsi qaydası təklif olunmuşdur.

XI əsrdə yaşamış özbək alimi Əl-Biruni diametri 5 m olan böyük bir yer qlobusu düzəltmişdir.

Ən qədim qlobuslardan bu vaxta qədər XIII əsrdə ərəb kartoqrafları tərəfindən düzəldilmiş iki qlobus qalmışdır.

Yunan həndəsəşünası və geodeziya alimi Eratosfen (e.ə. 276-194-cü illər) ilk dəfə Yer kürəsinin ölçülərini dərəcə ölçmə üsulu ilə təyin etmişdir ki, həmin üsul indi də tətbiq olunur.

XVII əsrdə holland alimi Snellius trianqulyasiyanı ixtira etmişdir. Bu üsul indidə öz əhəmiyyətini itirməmiş və geodeziya istinad nöqtələrinin koordinatlarını tapanda istifadə olunur. Snelliusla bir əsrdə yaşamış Nyuton kainatın cazibə qüvvəsini kəşf etmiş və qanuna əsasən Yerin qütblərdən basıqlığını, yəni onun sferoid formasında olduğunu demiş və həmin əsrdə aparılan dərəcə ölçmələri bunu təsdiq etmişdir.

1779-cu ildə Moskva şəhərində «Mejevoy» institutu yaradılmışdır. Sonradan onun əsasında «Yer quruluşu mühəndisləri», «Geodeziya, kartoqrafiya və aerofotogeodeziya» və sair institutlar təşkil olunmuşdur.

1816-1855-ci illərdə topoqrafik planalma üçün istinad nöqtələrinin yaradılmasında trianqulyasiya ilk dəfə

* Qlobus latınca globus-kürə deməkdir.

Rusiya ərazisinin mərkəzi və Qərb hissələrində V.Y.Struvenin rəhbərliyi altında tətbiq edilmişdir. Alınan nəticələr əsasında Yer ellipsoidinin ölçüləri hesablanmışdır.

1822-ci ildə yaradılmış hərbi topoqraflar korpusu tərəfindən böyük ərazidə geodeziya işləri aparılmasına baxmayaraq, həmin işlər pərakəndə olduğundan ölkənin tam xəritəsi tərtib edilməmişdir.

Qafqazda müxtəlif vaxtlarda yaradılmış astronomiya və trianqulyasiya məntəqələrinin azlığı imkan vermirdi ki, dəqiq xəritələr tərtib olunsun. Ona görə Rus imperiyası Qafqazda trianqulyasiya işlərini aparmaq üçün Qafqaz korpusunun hərbi topoqrafiya şöbəsinin müdiri İ.İ.Xodzkonun rəhbərliyi altında 1840-cı ildən 1847-ci ilə kimi hazırlıq işləri, 1847-1854-cü illərdə isə trianqulyasiya işləri aparılmış və bunun da nəticəsində 138 ədəd I sinif, 1200 ədəd II, III sinif məntəqə qurulmuş və onların koordinatları hesablanmışdır.

Keçmiş sovetlər ölkəsində Ali Geodeziya İdarəsinin yaradılması haqqında 15 mart 1919-cu ildə Xalq Komissarları Sovetinin verdiyi dekret geodeziya elminin inkişafına çox böyük təkan vermişdir.

Respublikamızda geodeziya, topoqrafiya və kartoqrafiya sahələrində bir neçə görkəmli alim və mütəxəssis çalışmışdır: Məmmədəli Əliyev, Mansur Şəfiyev, İslam Hüseynov, Rizvan Piriyeu, Eyyub Şıxzamanov, Əsgər Quliyev, Kazım Quliyev, Atakişi Atakişiyev. İndi isə

elmin bu sahəsini inkişaf etdirənlərdən Rafiq Babayevi, Rəfail Bayramovu, Saçlı Qəniyevanı, Ağaəli Mütəllimovu, Ramiz Eminovu, Məqsəd Qocamanovu göstərmək olar. Hazırda onlar kartoqrafiya, topoqrafiya və geodeziya sahələrində böyük elmi-tədqiqat işləri aparmaqdadırlar.

§ 4. Ölçü vahidlərinin yaranmalarının qısa tarixi

Qədim dövrlərdən belə insanlar vahid ölçü əldə etməyə çalışmışlar. Müdrik insanlar belə qərara gəldilər ki, Allah Təalanın verdiyi predmet insanla daima bir yerdə olan ölçü etalonu ola bilər. Belə mülahizə etmək olar ki, ölçü vahidi belə yaranmışdır. Onların adları da bunu təsdiq edir.

Fut – ingilis dilində ayağın pəncəsi deməkdir.

1 fut = 32,4839 sm

Dyum – holland sözüdür, mənası baş barmağın eni deməkdir.

Hər bir millətin baş barmağının eni müxtəlif olduğundan dyumun qiyməti də müxtəlifdir.

Məsələn, çar Rusiyasında

1 dyum = 2,539 sm

Parisdə 1 dyum = 2,707 sm

Reyndə 1 dyum = 2,615 sm

Avstriyada 1 dyum = 2,34 sm

Amerika və İngiltərədə 1 dyum = 2,541 sm və s.

Arşın – Azərbaycan sözüdür, mənası ağızla uzadılmış qolun barmaqlarının ucuna qədər olan məsafədir.

1 arşın = 71,118 sm

Ölkələrin özlərinin daxilində belə ölçü vahidləri müxtəlif olmuşdur. Məsələn, Azərbaycan başqa dövlətlərə nisbətən kiçik bir əraziyə malik olmasına baxmayaraq, onun regionlarında – Bakıda bir arşında 22 verşok – girah (bir şeyin üst hissəsi = 4,4 sm), Gəncədə – 23 1/3, Naxçıvanda – 21 1/2, Şəkiddə – 23, Şuşada – 16 verşok (girah) və s. götürülürdü.

Çəki ölçüləri də müxtəlif olmuşdur. İngiltərədə 1 funt 453,6 qr, Rusiyada 409,5 qr, Neapolitanda 321 qr, Bavariyada 506 qr və s. götürülürdü. Azərbaycanda 1 pud – 16 kq, 1 girvənkə ~400 qr və s.

Belə ölçü vahidlərindən istifadə olunan dövrdə başqa ölkələrdə olduğu kimi Fransada da (Paris şəhərində xüsusilə) astronom və topoqraflar – geodeziya mütəxəssisləri ölçü işləri aparırdılar. Bu ölçü işlərindən biri tarixə düşdü. Bu, görkəmli astronom Delambrdır. O, 1800-ci ildə Parisdən keçən meridianın uzunluğunun ¼-ni ölçmüşdür. Alınmış bu rəqəmlərdən sonralar istifadə olunmuşdur. 1889-cu ildə Beynəlxalq ölçü və çəki konfransında Delambr ölçüsünün on milyonda biri (1:10000000) metr qəbul olunmuşdur*. Bu uzunluq ölçü vahidi – metrin 31 ədəd etalonu ağ qızıldan hazırlana-

* Bu konfransda çəki vahidi kiloqram - +40°C hərarətdə olan bir kub desimetr suyun ağırlığı qəbul olunmuşdur.

raq, dövlətlər arasında bölüşdürülmüşdür. Onlardan bir nömrəlisi Fransada 0° temperaturda saxlanılır. Onlardan ikisi isə №11 və №28 1918-ci ildə Rusiya Federativ Sovet Sosialist Respublikasına verilmişdir. Xalq Komissarları Soveti metrik ölçü sisteminə keçmək üçün 14 sentyabr 1918-ci ildə dekret verdi. Bu dekret ilk dəfə «İzvestiya» qəzetində dərc olunmuşdur. Dəqiq uzunluq ölçü alətləri həmin etalonlarla yoxlanılır.

Azərbaycanda metr ölçü sisteminə 1 yanvar 1924-cü ildən keçilib. XI Beynəlxalq ölçü və çəki Konfransının (1960-cı il) qərarına əsasən vahid universal sistem – Beynəlxalq Ölçü Sistemi (ÖS) yaradıldı. Bu sistemdə də metr əsas uzunluq vahidi qəbul edildi. Lakin o, işıq dalğalarının uzunluğuna görə təyin edilir. XVII Beynəlxalq ölçü və çəki konfransında (1983-cü il) metrin yeni elektromaqnit dalğasının $1/299792458$ saniyədə getdiyi məsafə qəbul olundu. İndi inkişaf etmiş dövlətlərin bəzilərində metr ölçü vahidi kimi *kripton* – 86 qazın qəhvəyi dalğasının uzunluğu – 1650763,73 götürülür.

§5. Ölçü vahidləri

İndi istifadə etdiyimiz ölçü vahidi metr yunanca «ölçü» deməkdir. Uzun (böyük) məsafələrin ölçülməsi metrin – ümumiyyətlə hər hansı bir ölçü vahidinin- onun daxilində neçə dəfə yerləşməsi deməkdir.

Müxtəlif dövlətlərdə ölçü vahidləri bir-birindən çox fərqli olmasına baxmayaraq yenə də onlardan istifadə olunur. (Cədvəl 1, 1a).

Bu ölçü vahidləri belə olub:

Çar Rusiyasının ölçü vahidləri

1 verst = 1066,78 m = 500 sajen

1 sajen = 7 fut = 3 arşin = 2,1335 m

1 arşin = 16 verşok = 28 dyum = 0,71118 m

1 fut = 12 dyum = 0,42857 arşin = 0,30479 m

1 verşok = 0,04444 m

1 dyum = 10 liniya = 0,57142 verşok = 0,02539 m

1 rus futu = $\frac{3}{7}$ ingilis arşin = $\frac{1}{3}$ ingilis yardı = 0,30479 m

1 Paris futu = 0,324839 m

1 Paris dyumu = 0,027070 m

1 Paris liniyası = 2,25583 mm

Reyn və Prus ölçü vahidləri

1 fut = 0,31385 m

1 dyum = 0,02615 m

1 liniya = 2,17954 milim

Avstriya ölçü vahidləri

1 fut = 0,316081 m

1 dyum = 0,02634 m

1 liniya = 0,00219 m

İngilis və Amerika ölçü vahidləri

1 fut = 12 dyum = 120 lin

1 yard = 3 fut = 36 dyum

1 fortom = 2 yard = 9 fut

1 rod = $5 \frac{1}{2}$ yard = $16 \frac{1}{2}$ fut

1 şen = 100 lirk = 4 rod = 22 yard

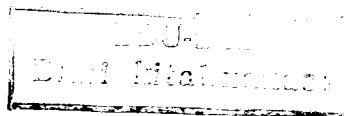
1 furl = 10 rod = 220 yard = 660 fut

Cədvəl 1

Kilometr	Verst	Dəniz mili	İsveçrə ças	Coğrafi və ya alman mili	Şimali alman mili	İsveçrə mili
1	0,937	0,540	0,208	0,135	0,133	0,094
1,067	1	0,575	0,222	0,144	0,142	0,100
1,855	1,738	1	0,386	0,250	0,247	0,169
4,808	4,505	2,592	1	0,648	0,639	0,449
7,420	6,953	4	1,543	1	0,989	0,694
7,500	7,031	4,043	1,564	1,011	1	0,702
10,692	10,019	5,764	2,224	1,441	1,430	1

Cədvəl 1a**Bəzi dövlətlərdə qəbul olunmuş dəniz milinin uzunluğu**

Dövlət	Dəniz milinin uzunluğu	Dövlət	Dəniz milinin uzunluğu, metrə
ABŞ	1852,00	İspaniya	1852,00
Danimarka	1851,85	İtaliya	1851,85
Fransa	1852,00	Niderland	1851,85
Almaniya	1852,00	Portuqaliya	1850,00
İngiltərə	1853,18	Yaponiya	1853,18



II FƏSİL

YERİN FORMASI VƏ ÖLÇÜLƏRİ.

NAVİASİYADA İSTİFADƏ OLUNAN

KOORDİNAT SİSTEMLƏRİ

§6. Yer in forması və ölçüləri haqqında anlayış

Yer in forması və ölçüləri çox böyük elmi və təcürübəvi mahiyyətə malikdir. Yer in forması və ölçüləri haqqındaki məlumatlardan süni peyklərin uçuşunda və kontinentallar arası peyklərin buraxılmasında, kartoqrafiyada, (aeronaviqasiyada) təyyarə sürməkdə, dəniz naviqasiyasında, radio-rabitədə və təbii sərvətlərin kəşfiyyatında istifadə olunur. Ondan başqa yer in forması və ölçüləri haqqındaki məlumatlardan geologiya, geofizika, coğrafiya, astronomiya, meteorologiya və sair elmlərdə də geniş istifadə olunur.

Qədimdə Pifaqorun vaxtında (bizim dövrdən əvvəl VI əsrdə) Yeri müstəvi hesab edirdilər və elə bilirdilər ki, Yer guya dayaq üzərində dayanıb.

Yer in şar şəklində olması haqqında ilk təsəvvür bizim dövrdən əvvəl IV əsrdə yaranmışdır. Ayın tutulmasını müşahidə edərək baxdılar ki, Ay diskində Yer in kölgəsidir və alimlər belə qərara gəldilər ki, Yer şar formasındadır.

İlk dəfə Yer in ölçüləri bizim eradan əvvəl III əsrdə Aleksandriya alimi Erotosfen tərəfindən tapılmışdır.

Şəkildən görüldüyü kimi, Aleksandriyada Günəşin zenitdən kənarlaşması Aleksandriya və Siyena şəhərlərinin en dairələrinin fərfinə, yəni mərkəzi bucağa bərabər olacaq. $\alpha = \varphi_2 - \varphi_1$

Şəhərlər arasındakı qövs α belə tapılır.

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

Buradan: $R = \frac{S \cdot 360}{2\pi\alpha}$ (1)

Erotosfenin (1) düsturla hesabladığı Yer kürəsinin radiusu 6840 km olmuşdur. Yer şarının radiusunu biləndən sonra Yerin böyük dairə qövsünün uzunluğunu (meridianın və ya ekvatorun) və onun qövsünün bir dərəcəsinin qiymətini tapmaq olar. Yer ölçülərinin bu cür hesablanması metodu dərəcə ölçüsü adını almışdır.

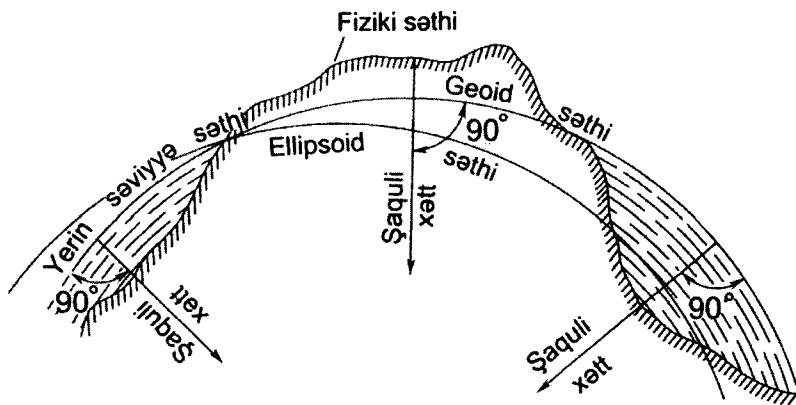
XVII əsrin axırına kimi hamı elə hesab edirdi ki, Yer kürə formasındadır. XVII əsrin ortalarında birinci dəfə İ.Nyuton ümumdünya cazibə qüvvəsi qanununu deyərək iki qüvvənin təsiri: Yerin cazibə qüvvəsi və mərkəzdənqaçan qüvvələri Yerin həndəsi formada olduğuna gətirib çıxarmışdır. Alim bundan belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, Yer şar şəklində olmaqdan onunla fərqlənir ki, qütblərdə yastılaşıb (batıq olub), ekvatorada isə çəkilib uzadılıb. Bu cisim fırlanan ellipsoiddir.

Sonrakı tədqiqatlar müəyyən etdi ki, Yer dəqiq həndəsi formalı cisim deyil.

Yerin fiziki səthi, xüsusilə quru səthi çox mürəkkəbdir. Ona görə də onun səthini fırlanan ellipsoid səthi qəbul etmək və hər hansı bir riyazi düsturla onu ifadə etmək qeyri mümkündür. Müxtəlif təcrübəvi məsələlərin həlli üçün bizə elə bir riyazi səth lazımdır ki, o Yer in həqiqi formasını ifadə etməyə yaxın olsun.

Bildiyimiz kimi, Yer səthinin 71%-i dəniz və okeanlarla örtülüb. Ona görə də Yer in forması dedikdə onun fiziki səthi yox, şərti qəbul olunmuş səth – dəniz və okeanların su səviyyələrinin sakit olduğu vəziyyət nəzərdə tutulur (küləksiz hava və başqa qüvvələrin təsiri olmadıqda).

Okean və dənizlərdə suyun sakit vaxtı orta səviyyəsi ilə üst-üstə düşən xəyali olaraq materiklərin altından keçən xəyali səthə *səviyyə səthi* deyilir. Səviyyə səthinin bütün nöqtələrinə endirilmiş, şaquli xətlər səviyyə səthinə perpendikulyardırlar (bax şəkil 2).



Şəkil 2. Səthin səviyyəsi (geoidin səthi).

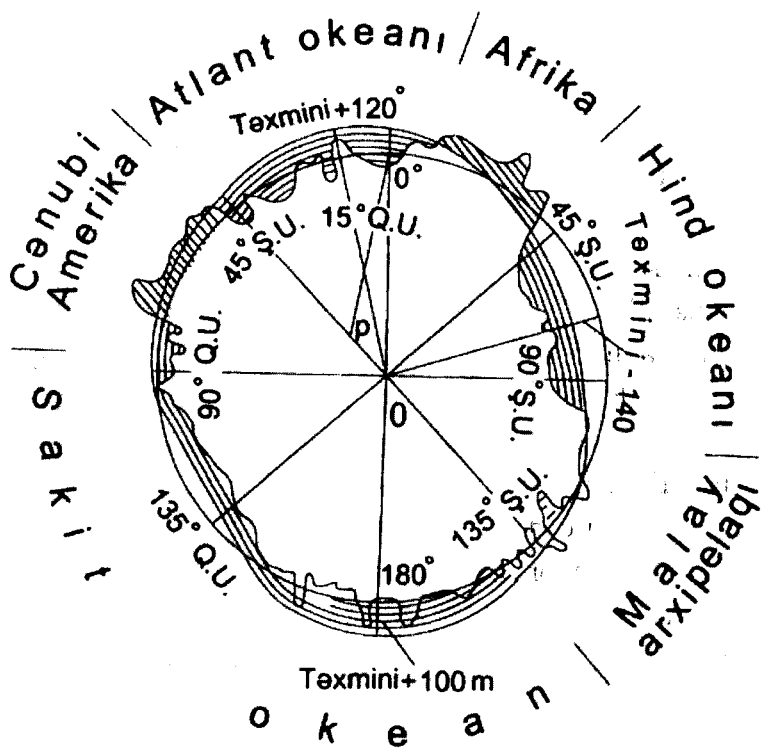
Dünya okeanının sakit vəziyyətində (qabarma-çəkilmə, müxtəlif cərəyanlar və sair hərəkətlər olmadıqda) xəyalən materiklərin altından keçən səthə *geoid* deyilir. Geoid 1873-cü ildə alman fiziki İ.B.Listinq (1808-1882) tərəfindən təklif edilmişdir.

Dünya okeanı dedikdə bir-biri ilə əlaqəli okeanların səthləri başa düşülür. Ona görə də Yerin tərkibinin hər yerində onun kütləsi eyni deyil. Cazibə qüvvəsinin istiqamətində kütlənin daha çox sıx olan tərəfinə meyl etmə başlayır (şaquli xətlər). Onun da nəticəsində geoidin səthi çox mürəkkəb bir həndəsi formada olur və onu heç bir riyazi düsturla əks etdirmək mümkün deyil. Ona görə müxtəlif kartoqrafiya və geodeziya məsələlərin həllində geoid səthini ona oxşar səthlə əvəz edirlər. Geoid səthini əvəz edə bilən birinci səth radiusu müəyyən olunmuş kürədir (şarıdır).

Tədqiqatlar göstərir ki, riyazi səthə malik olan geoidə ən yaxını fırlanan ellipsoid səthidir.

Səthi geoid səthinə ən çox yaxın olan fırlanan ellipsoidə *Yer ellipsoidi* və ya *Yer sferoidi* deyilir.

Ancaq indiki vaxtda aparılmış astronomik müşahidələr, dərəcə ilə ölçmələr və cazibə qüvvəsinin tapılması onu göstərir ki, geoidin səthi fırlanan ellipsoidin səthindən çox fərqlənir. Geoidin səthi daha çox üçoxlu ellipsoid səthinə yaxındır (bax: şəkil 3). Üçoxlu ellipsoidin ölçüləri aşağıdakılardır:



Şəkil 3. Geoid və Yer ellipsoidi səthlərinin qarşılıqlı nisbətləri.
Ekvator üzrə kəsik (cənub qütbündən görünüş)

- ekvatorun orta radiusu – 6378245 m
- orta qütb orta sıxlığı (basıqlığı) $e=1:298,3$;
- ekvator sıxlığı – $e=1:30000$;
- ən böyük uzunluq meridianı **Qrinviçdən qərba**

$$\lambda = 15^{\circ}$$

Təcrübədə ekvatordakı sıxlığa fikir verilmir. Ancaq fırlanan ellipsoid müəyyən olunmuş ölçüyə gəlib çatır və

onu geoiddə elə yerləşdirir ki, onun səthi müvafiq ərazidə (və ya dövlətdə) geoid səthinə uyğun olsun.

Belə fırlanan ellipsoidə *referens – ellipsoid* deyilir.

Yer ellipsoidinin ölçüləri müxtəlif vaxtlarda çoxlu alimlərlə hesablanıb tapılıb. Ancaq, bu günə qədər yer ellipsoidinin ölçüləri bütün dövlətlər üçün eyni qəbul olunmayıb. Belçika, Danimarka, İslandiya, İspaniya və s. dövlətlər baxmayaraq ki, Yerin ölçüləri haqqında dəqiq məlumatlar var, onlar bu gündə də köhnəlmiş məlumatlardan istifadə edirlər.

2 sayılı cədvəldə yer ellipsoidinin ölçüləri haqqında müxtəlif alimlərin əldə etdikləri məlumatlar verilib.

1946-cı ilə qədər Rusiyada və keçmiş SSRİ-də xəritələrin tərtibində və geodeziya məntəqələrinin koordinatlarının tapılmasında 1841-ci ildə Besselin hesabladığı ellipsoidin ölçülərindən istifadə edilirdi.

Geodeziya alimi F.N.Krasovskinin rəhbərliyi altında aparılmış elmi tədqiqat işləri göstərir ki, 1940-ci ildə Yer ellipsoidinin Besselin ölçmələri ilə tapılan ölçüləri bir o qədər də dəqiq deyil. Keçmiş sovet alimləri öz tədqiqatlarında keçmiş SSRİ ərazisində, ABŞ-da, Qərbi Avropada və Hindistanda geniş dərəcə ölçülərindən və ondan başqa ağırlıq gücünün tapılması üçün aparılmış ölçmə materiallarından da istifadə olunmuşdur.

Bunun da nəticəsində dəqiq inanılmış nəticələr əldə edilmişdir. Elmin inkişafındakı nailiyyətlərinə görə ellipsoidə Krasovski ellipsoidi adı verilmişdir.

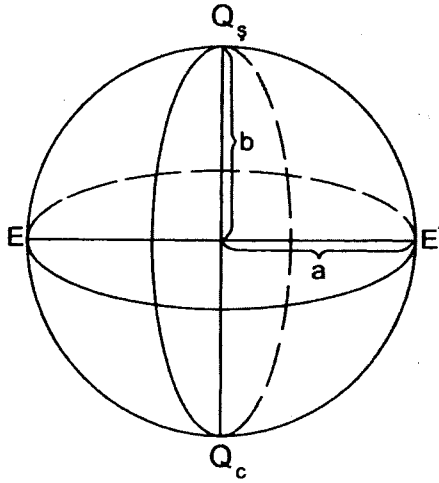
Cədvəl 2

Koordinat sistemləri haqqında ümumi məlumat

Sıra №-si	Referens ellipsoidin müəllifi	Hesablama tarixi	Yarımxların uzunluğu, metrə		Yerin basıqlığı	Referens-ellipsoiddən istifadə edən dövlətlər
			Böyük yarımx (a)	Kiçik yarımx (b)		
1	2	3	4	5	6	7
1	De-lambr	1810	6376428	6355958	1:311,5	Belçika
2	Datskiy	1810	6377104	6355847	1:300,0	Danimarka, İslandiya
3	Plessis	1810	6376523	6355860	1:308,6	Fransa
4	Struve	1810	6378298	6356655	1:294,7	İspaniya
5	Everest	1830	6377276	6356075	1:300,8	Hindistan, Pakistan, Nepal, Şrilanka
6	Bessel	1841	6377397	6356082	1:299,2	Avropa, Asiya
7	Eyri	1849	6377397	6356255	1:299,3	İrlandiya, İngiltərə
8	Klark	1858	6378293	6356620	1:294,3	Avstraliya, İrlandiya
9	Klark	1866	6378293	6356585	1:295,0	Şimal və Mərkəzi Amerika
10	Klark	1880	6356517	6356517	1:293,5	Afrika, İsrail, Yamayka, Barbados, İran, İordaniya

Cədvəl 2-nin ardı

Sıra №-si	Referens ellipsoidin müəllifi	Hesablama tarixi	Yarımxların uzunluğu, metrə		Yerin basıqlığı	Referens-ellipsoiddən istifadə edən dövlətlər
			Böyük yarımx (a)	Kiçik yarımx (b)		
1	2	3	4	5	6	7
11	Xeyford	1909	6356912	6356912	1:297,0	Antarktida, Avropa, Asiya, Cənubi Amerika
12	Krasovski (SK-42)	1940	6356536	6356536	1:293,8	Azərbaycan, Gürcüstan, Rusiya və sair keçmiş sosialist dövlətləri
13	WGS-72	1972	6356753	6356753	1:298,3	ABŞ
14	WGS-84	1984	6356755	6356755	1:298,3	ABŞ
15	Avstraliya	1984	6356771	6356771	1:298,2	Avstraliya, Papua, Yeni Qvineya
16	PZ-90	1990	6356754	6356754	1:198,3	Bütün keçmiş sosialist dövlətləri



Şəkil 4.

Krasovski ellipsoidi (şəkil 4) aşağıdakı ölçülərə malikdir:

- böyük yarımox (ekvatorun radiusu) $a=6378245\text{m}$;
- kiçik yarımox (qütbdən ekvator müstəvisinə qədər olan məsafə) $b=6356863\text{m}$;

- qütb basıqlığı
$$c = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.3}; \quad (2)$$

- eksentrisitet
$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}; \quad (3)$$

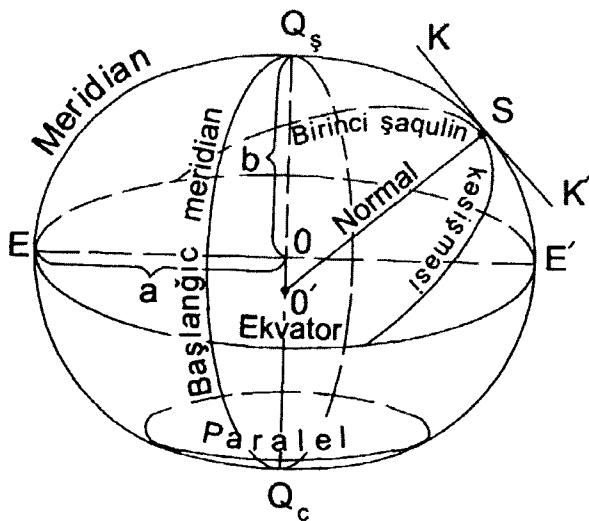
- meridianın dördü bir uzunluğu 10002138 m ;
- ekvatorun uzunluğu 40075704 m ;

Krasovski ellipsoidinin səthi səviyyə səthindən 150 metr fərqlənir.

§7. Yer ellipsoidinin əsas xətləri və müstəviləri

Nöqtənin vəziyyətini yer və ellipsoid səthlərində axtaranda müxtəlif xətlərdən və müstəvilərdən istifadə olunur.

Məlumdur ki, Yer ellipsoidinin fırlandığı oxun onun səthi ilə kəsişdikləri nöqtələr qütblərdir. Onlardan birinə **şimal qütbü** Q_s , digərinə isə **cənub qütbü** Q_c deyilir (şəkil 5).



Şəkil 5. Yer ellipsoidinin əsas xətləri və müstəviləri.

Yer ellipsoidinin kiçik oxlarına perpendikulyar müstəvilərlə kəsişməsi dairə şəklində iz əmələ gətirir ki, bunlar da paralellər adlanırlar. Paralellər müxtəlif uzunluqda radiusa malikdirlər. Ellipsoidin mərkəzinə yaxınlaşdıqca həmin paralellərin radiusları böyüyür. Yer el-

lipsoidinin uzunluğu böyük yarımoxuna bərabər olan ən böyük radiuslu paralelə *ekvator* deyilir.

Ekvator müstəvisi Yer ellipsoidinin mərkəzindən keçərək onu iki bərabər hissəyə bölür: şimal və cənub yarımkürəsinə (yarımşarına).

Ellipsoid səthinin ayrılığı onun əsas xarakteristikasıdır və xarakterizə edən əsas əlamətidir.

O, meridian kəsişməsinin ayrılık radiusu və birinci şaqulun kəsişməsi ilə xarakterizə olunur ki, buna da *baş kəsişmə* deyilir.

Yer ellipsoid səthinin müstəvilərlə kəsişməsi onun kiçik oxundan (fırlanma oxundan) keçir, ellipsoidə oxşar iz əmələ gətirir ki, buna da *meridian kəsişməsi* deyilir. Meridian kəsişməsi ayrılığının radiusu aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$M = a \left[1 - \frac{c}{2} (1 + 3 \cos 2B) \right] \quad (4)$$

5-ci şəkildə S toxunma (təmas) nöqtəsində *kk'* toxunma müstəvisinə perpendikulyar olan *so'* düz xəttə ellipsoid səthindəki bu nöqtəyə *normal* deyilir.

Yer ellipsoidi səthindəki bütün *normallar* həmişə meridian müstəvisində olurlar və beləliklə onlar ellipsoidin fırlandığı oxla kəsişirlər.

Eyni paraleldə olan normalın nöqtəsi kiçik oxu (fırlanma oxunu) eyni bir nöqtədə kəsib keçir.

Müxtəlif paralellərdə olan normal nöqtələri fırlanma oxunu müxtəlif nöqtələrdə kəsir. Ekvatorda olan

normal nöqtəsi ekvator müstəvisindədir. Qütb nöqtəsindəki normal ellipsoidin fırlanma oxu ilə üst-üstə düşür.

Normaldan keçən müstəvi *normal müstəvi* adlanır. Müstəvi ilə kəsişməsi izi isə *normal kəsişmə* adlanır. Hər hansı nöqtədən ellipsoid səthinə istənilən qədər normal kəsişmə çəkmək olar.

Ellipsoidin verilmiş nöqtəsində meridian və ekvator normal kəsişmənin xüsusi halıdır.

Hər hansı bir **S** nöqtəsində meridian müstəvisinə perpendikulyar normal müstəvisi *birinci şaqul müstəvisi*, ellipsoid səthindəki izi isə *birinci şaqulun kəsişməsi* adlanır (bax: şəkil 5).

Birinci şaqulun əyrilik radiusu ellipsoid səthindəki normal üzrə ellipsoidin fırlanma oxuna qədər olan məsafəyə bərabərdir.

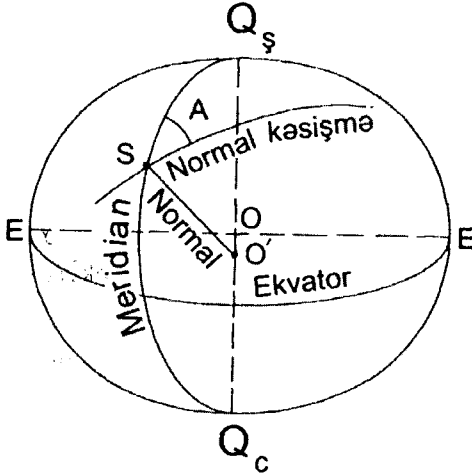
Birinci şaqulun əyrilik radiusu aşağıdakı düsturla hesablanabilir.

$$N = a \left[1 + \frac{c}{2} (1 - \cos 2B) \right] \quad (5)$$

B – geodeziya en dairəsidir.

Meridianın qarşılıqlı vəziyyəti və istənilən normal kəsişmə bu meridianda **S** nöqtəsindən keçən (şəkil 6) ellipsoid səthinin **A** bucağı ilə tapılır. **A** meridianla meridianda verilmiş **S** nöqtəsində normal kəsişmənin əmələ gətirdiyi bucaqdır.

Bu A bucağına normal kəsişmənin *geodeziya azimutu* deyilir və bu bucaq meridianın şimal istiqamətindən saat əqrəbi istiqamətində 0° -dən 360° -yə qədər olur.



Şəkil 6. Normal kəsişmə

Əgər Yeri şar qəbul etsək, onda şar səthinin bütün nöqtələrində normal şarın mərkəzindən keçəcək və istənilən normal səth şar səthində dairəvi iz qoyacaq ki, buna da *böyük dairə* deyirlər.

§8. Geodeziya və astronomiya koordinat sistemləri

Uçuşa hazırlananda və uçuşda şturmana çox vaxt lazım olur ki, xəritədə bəzi obyektlərin (hədəflərin), yerli

predmetlərin (oriyentrlərin), marşrut məntəqəsinin, korreksiya nöqtələrinin və s. koordinatlarını tapsın.

Hər hansı bir səthdə (müstəvidə, şarda, ellipsoiddə, geoiddə) və ya məkanda nöqtənin vəziyyətini müəyyən edən bucaq və xətti kəmiyyətlərə **koordinat** deyilir. Elm və texnikada müxtəlif koordinat sistemlərindən istifadə olunur.

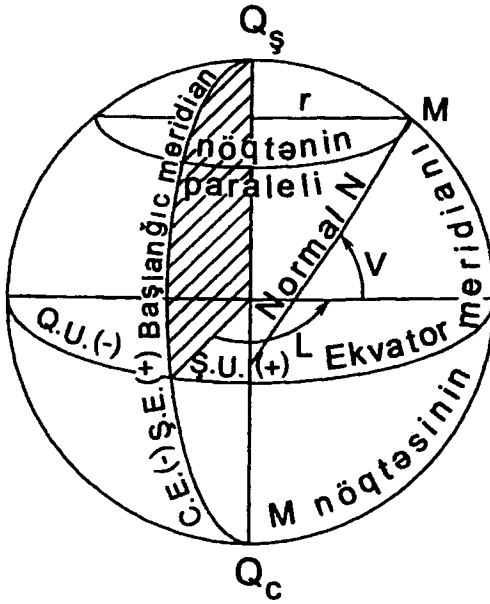
Aviasiyada 0 kooordinat sistemlərindən istifadə olunur ki, yer səthində nisbətən sadə yolla müxtəlif obyektlər (oriyentirlər) xəritənin köməkliyi ilə və ya bilavasitə yerdə ölçməklə tapmaq olsun.

Aviasiyada tətbiq olunan koordinat sistemlərinə daxildirilər: geodeziya, astronomiya, sferik, ortodromik, düzbucaqlı müstəvi, qütb və bipolyar.

§9. Geodeziya koordinat sistemi

Referens – ellipsoidin səthində nöqtənin (obyektin) vəziyyətini tapmaq üçün geodeziya koordinat sisteminədən istifadə olunur (bax: şəkil 7).

Geodeziya koordinatı o bucaq kəmiyyətlərinə (en və uzunluqlara) deyilir ki, onlar nöqtənin (obyektin) Yer ellipsoidi (referens-ellipsoid) səthində tapılmasında ekvator və başlanğıc meridian səthlərindən ölçülmüş olsunlar.



Şəkil 7. Geodeziya koordinat sistemi

Ekvator müstəvisi ilə həmin nöqtədən keçən yer ellipsoidi səthinin normalı arasındakı bucağa *geodezi en dairəsi* deyilir. Geodeziya eni ekvatorndan şimala və cənuba doğru 0° -dən 90° -yə qədər ölçülür. Geodeziya eni **B** hərfi ilə işarələnir. Geodeziya eni şimal yarımsferində *şimali* adlanır və işarəsi «+» -dir, cənub yarımsferində isə *cənub* adlanır, işarəsi isə «-» -dir. Geodeziya eni, meridian müstəvisində mərkəzi bucaqla ölçülür.

Geodeziya en **B** (dərəcə ilə) nöqtənin ekvator müstəvisindən Yer ellipsoidinin şimalında və ya cənubunda yerləşdiyini göstərir.

Ekvatorda olan nöqtələrin geodeziya eni 0° , qütblərdəki nöqtələrin ki isə 90° olacaqdır.

Başlanğıc meridian müstəvisi ilə həmin nöqtədən keçən geodezi meridian müstəvisi arasındakı ikitərəfli (ikiüzlü) bucağa *geodeziya uzunluğu* deyilir.

Geodeziya uzunluğu **L** hərfi ilə işarələnir.

Əvvəllər bəzi dövlətlər öz baş rəsədxanalarından keçən meridianı baş meridian qəbul edirdilər. Sonra dünyanın bir çox dövlətləri belə qərara gəldilər ki, başlanğıc meridian yeknəsək (eyni, bir formalı, həmahəng, uyğun) olsun.

İndi Qrinviç rəsədxanasından yan keçən meridianı başlanğıc meridian qəbul ediblər və ona *Qrinviç meridianı* və ya *başlanğıc meridian* deyilir.

Hesablamalar beynəlxalq Qrinviç meridianı adlanan meridiandan aparılır.

Geodeziya en dairəsi ya ekvator müstəvisinin mərkəzi bucağı və ya paralellərdən və yaxud başlanğıc (Qrinviç) meridiandan ekvator qövsünə kimi ölçülən **M** nöqtəsindən keçən meridian qədər ölçülən bucaqdır. Bu bucaq 0° -dən 180° həddə şərq və ya qərbə doğru ölçülür.

Qrinviç meridianına qədər 180° olan nöqtələrin geodeziya en dairələri *şərq* və işarəsi müsbət, qərbdəki nöqtələrin en dairələri isə *qərb* adlanır və işarəsi mənfi olur. Şərq en dairəsi ya ş.e. hərfləri ilə və ya «+» işarəsi ilə işarələnir, qərb en dairəsi isə – q.e. hərfi ilə və ya «-» işarəsi ilə işarələnir.

Bəzi naviqasiya məsələlərinin həllində geodeziya eni Qrinviç meridianından şərqə 0° -dən 360° qədər ölçülür.

Xəritədən götürülmüş geodeziya koordinatlarından naviqasiya kompleksində müasir aparatların uçuş marşrutlarını proqramlaşdırmaq üçün istifadə olunur (marşrutun istinad nöqtəsi, nöqtələrin korreksiyaları, yerüstü texniki qurğuların nöqtəsi, aerodromlar və hədəflər).

§10. Astronomiya koordinat sistemi

Astronomiya koordinatları ilə nöqtənin vəziyyəti geoiddə tapılır. Bu koordinatları geodeziya alətləri ilə ölçməklə və ya geodeziya ölçmələrinin riyazi hesablanması ilə əldə etmək olar.

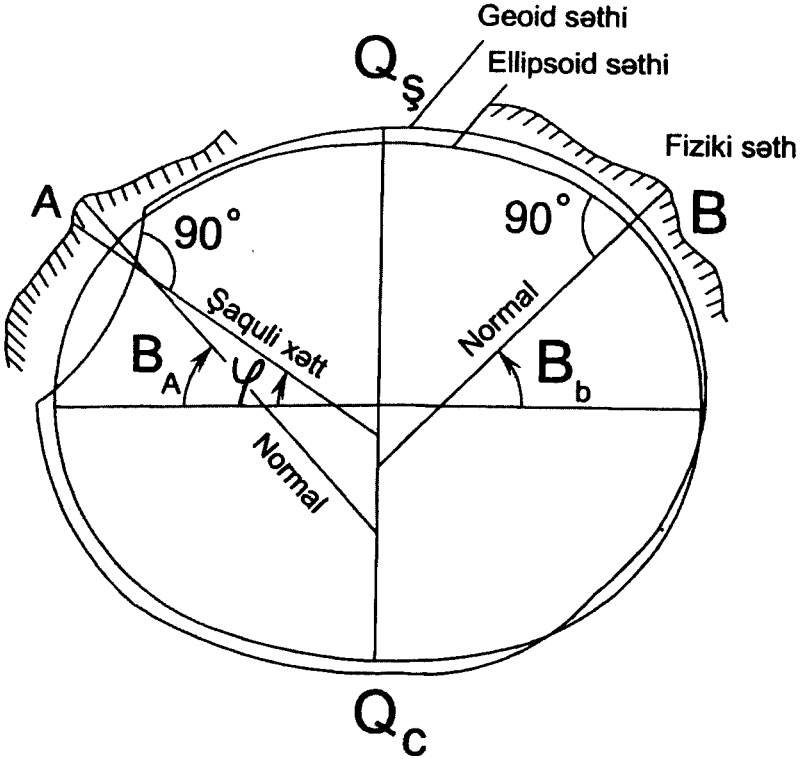
Yer ekvatoru müstəvisi ilə həmin nöqtədəki şaquli xətt istiqaməti arasındakı bucağa *Astronomiya eni* deyilir.

Astronomiya eni φ hərfi ilə işarələnir və ekvator-dan şimala və cənuba doğru 0° -dən 90° -yə qədər ölçülür. Şimal yarımkürəsində astronomiya eni *şimal*, cənub yarımkürəsində isə – *cənub* adlanır.

Ümumiyyətlə şaquli xətt yer ellipsoidi səthinə istiqamətləndirilən normalla üst-üstə düşür. Yer in daxili müxtəlif kütlələrin sıxlığı düzgün bölünmədiyindən Yer in müxtəlif nöqtələrində şaquli xəttin normaldan meyl etməsi eyni olmayacaq.

Məsələn Qafqazda şaquli xəttin normaldan meyl etməsi 35"-yə çatır. Baykal gölünün sahillərində isə bu meyl etmə 40"-dir.

Ümumiyyətlə orta hesabla meyl etmə 4-5"-dir. (bax: şəkil 8).



Şəkil 8. Normal və şaquli xətt

Başlangıç astronomiya meridianı müstəvisi ilə nöqtədən keçən astronomiya meridian müstəvisinin arasındakı ikiüzlü bucağa *Astronomiya uzunluğu* deyilir.

Uzunluq dairəsi λ hərfi ilə işarələnir.

Nə qədər ki, astronomiya meridian müstəvisi yer səthinə 0 nöqtədən keçən şaquli xətdən keçir və geodeziya meridian müstəvisi normaldan keçib ellipsoid səthindən keçir, astronomiya və geodeziya meridianlarının səthləri bir-birinin üstünə düşməyəcək. Bunun da nəticəsində, geodeziya eni, uzunluğu və geodeziya azimutu bu nöqtədəki astronomiya enindən, uzunluqdan və astronomiya (həqiqi) azimutdan fərqlənəcəklər.

Şaquli xəttin normaldan meyl etməsi artdıqca və geoidin o nöqtələrində ki, onların səthi ellipsoid səthindən uzaqlaşdıqca meyl etmə fərqləri artacaq.

Krasovskinin Referens-ellipsoidi geoiddə elə oriyentirlənib ki, başlanğıc geodeziya məntəqənin koordinatları və verilmiş istiqamətin geodeziya azimutu həmin istiqamətin astronomiya koordinatlarına və astronomiya azimutuna bərabərdir.

Başlanğıc məntəqədə geoid səthi ilə referens-ellipsoid səthi üst-üstə düşürlər. Referens-ellipsoid elə oriyentirlənib ki, onun kiçik oxu və ekvator müvafiq olaraq fırlanma oxuna və Yer in ekvatoruna paraleldirlər. Krasovski ellipsoidinə aid edilən geodeziya koordinat sistemi 1942-1943-cü illərdə işlənib hazırlandığı üçün bu 1942-ci il koordinat sistemi adını almışdır. Onunla birlikdə *Baltik yüksəklik sistemi* də qəbul olmuşdur. Bu yüksəkliyə mütləq yüksəklik deyilir və *Kronştadt futšto-*

kunun† sıfırından hesablamalar aparılır. Obyektlərin yerini 1" (xətti ölçüdə 20-30 m-ə qədər) dəqiqliyində tapanda geodeziya və astronomiya koordinat sistemləri iki müxtəlif koordinat sistemləri kimi bir-birindən fərqlənirlər.

Astronomiya koordinatlarını biləndən sonra geodeziya koordinatlarını da hesablamaq olar. Onun üçün Astronomiya – geodeziya metodu ilə və ya xüsusi qravimetrik xəritələrlə normal xətdən şaquli xəttin meyl etməsinə görə düzəlişi tapıb vermək lazımdır.

Bəzən astronomiya koordinatlarını coğrafi koordinatlar da adlandırırlar. Ümumiyyətlə coğrafi koordinat sistemi yoxdur.

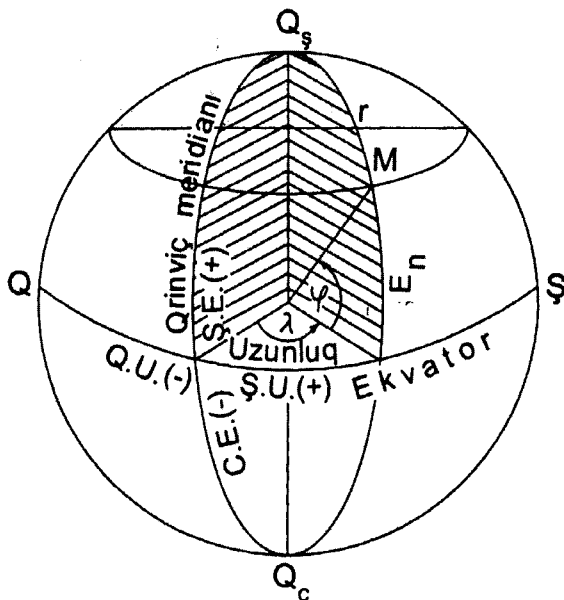
Bəzi hallarda uzunluğu dərəcə ilə yox, vaxt vahidində əks etdirirlər. Bu üsul Günəşin çıxması və batması anlarında, işıqlananda, qaranlıq düşəndə, yerli, qurşaq və Qrinviç vaxtı, müxtəlif naviqasiya məsələlərinin həllində tətbiq olunur. Məlumdur ki, Yer öz oxu ətrafında 360⁰-ni bir sutkada 24 saatda başa vurur. Beləliklə, Yer öz oxu ətrafında 1 saat vaxtda 15⁰ dönür, 4 dəqiqədə 1⁰, 4 saniyədə isə 1 dəqiqə dönür.

§11. Sferik koordinat sistemi

Bəzi naviqasiya məsələlərinin həllində və kiçik miqyaslı xəritələrin tərtibində Yeri sfera kimi qəbul edir-

† Futşok – xüsusi bölgülü tamasa.

lər. Yerdəki nöqtənin sferada vəziyyətini tapmaq üçün sferik koordinatlardan istifadə olunur: sferik enlərdən və sferik uzunluqdan yerdəki nöqtənin vəziyyətini yer sferası səthində ekvator və başlanğıc meridian müstəvilərinə nisbətən təyin edən bucaqlara (en və uzunluq) **Sferik koordinat** deyilir (şəkil 9).



Şəkil 9. Sferik koordinat sistemi

Ekvator müstəvisi ilə yer sferası mərkəzindən sfera səthindəki nöqtədən keçən istiqamət arasındakı bucağa **Sfera eni** deyilir. Sferik en φ hərfi ilə işarələnir və mərkəzi bucaqla və ya 0 həddə meridian qövsü ilə, geodeziya eni kimi ekvatorun şimala və cənuba doğru 0° -dən 90° -yə kimi ölçülür. Sferik eni Şimal yarımkürədə şimal ad-

landırılıb «+» işarəsi ilə, cənub yarımşarında isə cənub adlandıraraq «-» işarəsi ilə işarələyirlər.

Başlangıç meridian müstəvisi və həmin nöqtədən keçən meridian müstəvisi arasındakı ikiüzlü bucağa *Sferiki uzunluq* deyilir.

Sferik uzunluq λ hərfi ilə işarələnir. Sferik uzunluq ekvator müstəvisində ya mərkəzi bucaqla və ya paralellər müstəvisində ölçülür. Və yaxud ekvator qövsü və ya paralel qövsü ilə başlangıç (Qrinviç) meridiandan həmin nöqtədən keçən meridiaana kimi ölçülür.

Bucaq başlangıç (Qrinviç) meridianından şərqə və qərbə doğru 0° -dən 180° -yə qədər ola bilər.

Qrinviç meridianından şərqdə yerləşən nöqtələrin sferik uzunluğu 180° -yə qədər şərq adlanır və işarəsi müsbət götürülür, qərbdə yerləşən nöqtələrin sferik uzunluğu isə qərbi adlanır və işarələri mənfi götürülür.

Bəzi naviqasiya məsələlərin həllində sferik uzunluq Qrinviçdən şərqə götürülür və 0° -dən 360° -yə qədər hesablanır.

Yer sferası səthində sferik triqonometriya düsturlarından istifadə etməklə naviqasiya kompleksinin bütün məsələləri həll edilir. Ona görə də yer ellipsoidi səthinin proyeksiyası sfera səthinə keçirilir (salınır).

Yer ellipsoid səthi proyeksiyasının səthinə keçirilməsi o deməkdir ki, nöqtənin sferik və geodeziya koordinat sistemləri arasındakı asılılıq tapılsın. Bu asılılıq ümumi şəkildə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\varphi = f_1(B); \quad \lambda = f_2(L) \quad (6)$$

Proyeksiyanı bir səthdən digərinə keçirilməsi məsafə, bucaq və sahələrin təhrif olunmalarına səbəb olur.

Müasir dövrdə yer ellipsoidinin proyeksiyasını sfera səthinə keçirmək üçün bir çox üsul artıq işlənib hazırlanıb.

Müasir naviqasiya kompleksində tətbiq olunan bir neçə üsula baxaq.

Ellipsoid səthinin sferaya proyeksiyası normallara müvafiq o vaxt tətbiq olunur ki, xəritədən götürülmüş geodeziya koordinatları sferik koordinatlara bərabər qəbul olsunlar.

Bu proyeksiyanın tənliyi belədir:

$$\varphi = B \text{ və } \lambda = L \quad (7)$$

Belə bir proyeksiyanın sfera radiusu aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$R = \frac{(a+b)}{2} = \frac{1}{2}(6378.245 + 6356.863) \approx 6367.5 \text{ km} .$$

Naviqasiya məsələlərinin bu radiusdakı sferada həllində dəqiqlik maksimal səhv məsafə hesablanmasında 0,5%, bucaqlarda isə 0,5⁰ qədər olur.

Təcrübədə ən çox səthi ellipsoid səthinə bərabər olan sfera radiusu R=6371 km-dən istifadə olunur. Bu vaxt məsafə hesablanmasında maksimal yanlış (səhv) 0,5%-qədər, bucaq isə 0,4⁰-dən çox olmur.

Böyük dairə qövsünün 1'-nin uzunluğu 1852 metrə bərabərdir ki, buna da dəniz mili deyilir.

Yuxarıda göstərilən səhvlər imkan vermir ki, təyyarənin idarə olunmasında avtomatlaşdırılmış üsullar tətbiq edilsinlər və qrafiki üsulla müqayisədə məsələnin dəqiq həllinə imkan olsun.

Ona görə yer ellipsoidi proyeksiyasının normallara müvafiq olaraq sferaya keçirilməsi yalnız sadə analogi hesablamalar aparılan zaman tətbiq oluna bilər.

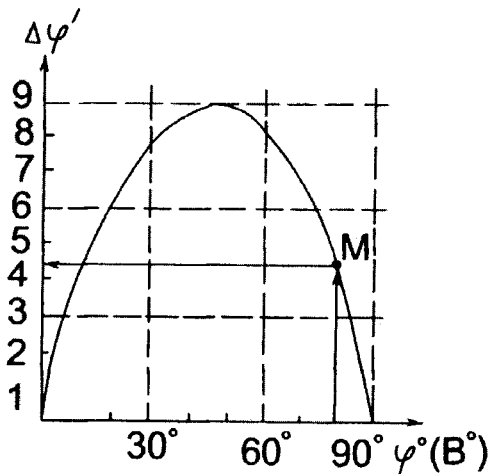
Naviqasiya hesablamaları Mərkəzi Bort Hesablayıcı Maşınla (MBHM) aparılanda bərabər aralı meridian üzrə yer ellipsoid səthinin sferaya proyeksiyası tətbiq olunur.

Yerin basıqlığı da nəzərə alınmaqla Krasovski ellipsoidinin sferaya proyeksiyası tənliyi aşağıdakı şəkli alacaq:

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= B - 8'39'' \cdot \sin 2B \\ \lambda &= L \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Ondan başqa sferik enini qrafiklə də tapmaq olar (şəkil 10).

Bu proyeksiyada sfera radiusu $R = \frac{1}{4}(3a + b)$ düsturu ilə hesablanmış və $R \approx 6372.9km$ olmuşdur. Belə bir halda məsələ ***Kavrayski*** sferasında həll olunur.



Şəkil 10. $\Delta\varphi'$ düzəlişini tapma qrafiki

Yeri şar qəbul etsək $R = 6372.9\text{km}$, onda böyük dairənin 1° -lik qövsünün uzunluğu:

$$S = \frac{2\pi R}{360} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 6372.9}{360} = 111,228\text{km} \text{ olacaq.}$$

Paralel qövsünün 1° -lik uzunluğu aşağıdakı düsturla hesablanacaq:

$$\Delta S_{par.sf} = \frac{2\pi r}{360} \cdot \cos \varphi \quad (9)$$

Burada: par-paralel; sf-sfera.

Ona görə bucaq ölçülərində böyük dairə qövsünün xətti ölçüləri aşağıdakı tənəsübdə götürülməlidir:

$$1^\circ = 111,228 \text{ km}; 1' = 1853,8 \text{ m}; 1'' = 30,9 \text{ m.}$$

Bu proyeksiyada məsafənin maksimal təhrifi $0,08\%$, bucaq isə $6'$ təşkil edir.

Bu dəqiqlik təyyarənin olduğu yeri və bəzi yaxın naviqasiyanın radiotexniki sistemin koordinatlarını hesablamaq üçün qənaətbəxşdir.

Ancaq radiotexniki sistemlərdə o yerdəki məsafəölçən və fərq – məsafəölçən prinsiplərindən istifadə olunur, sferanın daimi radiusu naviqasiya məsələsinin istənilən dəqiqlikdə həllini təmin etmir.

Kompleks naviqasiya sistemində (KNS) naviqasiyanın bu cür məsələlərinin həllində N.Q.Raçkovskinin üsulundan istifadə edilir. Bu üsul şəkil 10-da baxdığımız proyeksiyanın xüsusiyyətidir: ortodromiya üzrə şəxsi miqyasın ellipsoid proyeksiyaksının meridianla sferada bərabər aralı olması əks olması dəyişməz olaraq daimi qalır.

Sferadakı nöqtədə verilmiş istiqamətlə sferadakı hədsiz kiçik bir parçasının, ona müvafiq yer ellipsoidi səthindəki hədsiz kiçik bir parçasına olan nisbətinə *şəxsi miqyas* deyilir. Bu aşağıdakı tənəsüblə ifadə olunur:

$$\mu_{\beta} = \frac{ds_s}{ds_e} \quad (10)$$

Burada μ_{β} - verilmiş istiqamətə görə şəxsi miqyas;

ds_s - sferada hədsiz kiçik bir parça;

ds_e - ellipsoiddə hədsiz kiçik bir parça.

Bu vaxt məsafənin tapılması dəqiqliyi 0,0011%, bucağın tapılması isə 6' –dəqiqliyində olur.

Bəzi KNS-lərdə sferaya yer ellipsoidinin düzbucaqlı proyeksiyası tətbiq olunur. Bu cür sferanın radiusu aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$R = \frac{a+b}{2} \quad (11)$$

Bu proyeksiyada meridian və paralellərin şəxsi miqyasları bir-birinə bərabərdir;

$$m = n \quad (12)$$

Bu proyeksiyanın tənliyi aşağıdakı kimi olacaq:

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= B - 11'31'' \sin 2B \\ \lambda &= L \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Məsafənin maksimal təhrifi 0,17%, bucaq təhrifi isə sıfıra bərabərdir.

§12. Ortodromiya* koordinat sistemi

Ortodromiya koordinat sistemi sferik koordinat sistemi ilə eynidir. Bunların fərqi yalnız ondadır ki, ortodromiya koordinat sistemində ekvator müstəvisi və qütblərin vəziyyətləri sərbəstdir.

Ortodromiya koordinat sistemində yer sferası səthində bir-birinə perpendikulyar olan böyük dairə qövs-ləri koordinat oxları kimi götürülür.

Verilmiş yol istiqamətinin Ortodromiya xətti, marşrut oxu, həqiqi və ya maqnit meridianı Y oxu qəbul

* Ortodromiya – yunanca, orthos-düz, dromos-(yol, qaçış) fırlanma səthi üzərində iki nöqtə arasındakı ən qısa xətt deməkdir.

olunur. Y oxunu **baş ortodrom** (şerti ekvator) adlandırırlar. Ortodromiya – yer sferası səthindəki iki nöqtəni qısa məsafədə birləşdirən bir xətdir.

Ortodromiya koordinat başlanğıcından keçən şerti meridian x oxu qəbul olunur.

Naviqasiya hesablama qurğularınınin tətbiq olunmaları xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla, ortodromiya koordinat başlanğıcı marşrutun başlanğıc məntəqəsi (MBM), hədəf (nişangah) və ya hər hansı bir nöqtə **şturman** tərəfindən seçilə bilər.

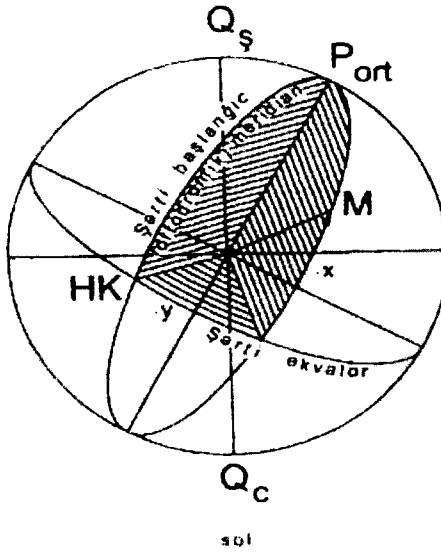
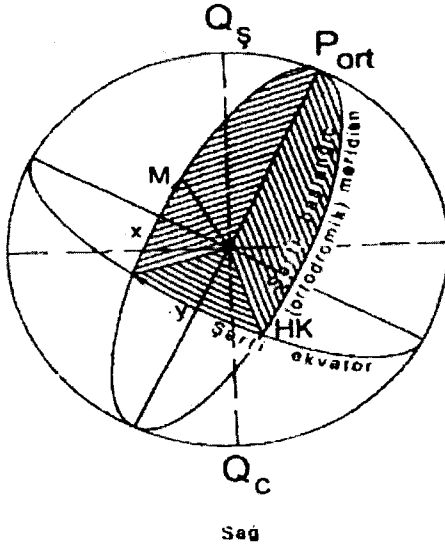
İstənilən nöqtənin vəziyyəti yer sferası səthində şerti (ortodromiya) enlə və şerti (ortodromiya) uzunluqla tapıla bilər (şəkil 11).

Şerti uzunluq (ortodromiya) y -baş ortodrom şerti ekvator qövsünün uzunluğudur. Bu şerti meridiandan, koordinat başlanğıcından keçərək təyin etdiyimiz nöqtədən keçən şerti meridian qədər olan məsafədir.

Şerti uzunluq həm xətti (kilometrlə) və həm də bucaq ölçüsündə əks oluna bilər

$$\mu = \frac{57.3 \cdot y}{R} \quad (14)$$

Şerti (ortodromiya) en X baş ortodromiya (Y oxundan) təyin etdiyimiz nöqtədən keçən şerti paralelə qədər olan şerti meridian qövsünün uzunluğudur.



Şakil 11. Sferada ortodromiya koordinat sistemi

Şerti en xətti (kilometrlə) və bucaq ölçüsündə verilə bilər:

$$\sigma = \frac{57.3 \cdot x}{R} \quad (15)$$

Təyyarənin idarə olunmasında iki növ ortodromiya koordinat sistemindən istifadə olunur: sağ və sol (şəkil 11)

Hər iki sistemdə şərti ekvatora *baş ortodrom* (y oxu) deyilir.

Sağ ortodrom koordinat sistemində x oxunun müsbət istiqaməti y oxundan 90° bucaq altında sağ istiqamətdə, soldakı isə - solda yerləşir.

Kurs (istiqamət) və qalan bütün istiqamətlər sağdakı ortodromiya sistemdə y oxundan və ya şərti paralellərdən ölçülür, solda isə – şərti meridianlara nisbətən.

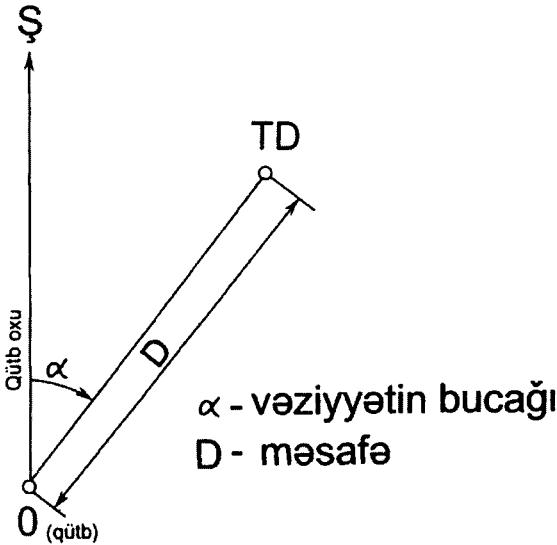
Sağ ortodromiya koordinat sistemi, o yerdə tətbiq olunur ki, naviqasiya sistemi *çoxyerli təyyarələrin* hesablayıcı kompleksinin analogi olsun. Sol ortodromiya koordinat sistemi isə naviqasiya sistemləri kompleksi biryerli təyyarələr üçün tətbiq olunur.

Ortodromiya koordinat sistemi haqqında geniş məlumat təyyarə idarəetmə dərslində verilib.

§13. Qütb və bipolyar koordinat sistemləri

Koordinat başlanğıcına nisbətən müstəvidə nöqtənin vəziyyətini təyin edən bucaq və xətti kəmiyyətlərə **qütb koordinatları** deyilir. Koordinat başlanğıcı qütb qəbul olunur və qütb oxu onun üstündən keçir.

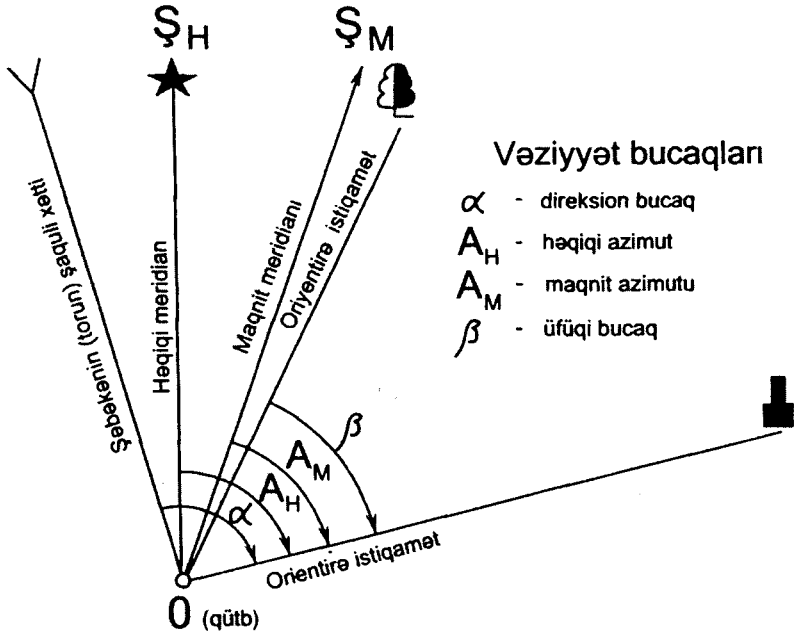
Əgər **O** nöqtəsini qütb, həmin **O** nöqtəsindən keçən şaquli xətti qütb oxu qəbul etsək, təyyarə dayanacağıнын (TD) vəziyyəti α bucağı və **D** kəmiyyətləri (TD) nöqtəsinin qütb koordinatları olacaqdır (şəkil 12).



Şəkil 12. Qütb koordinat sistemi

Qütb oxu kimi qəbul oluna bilər: həqiqi və ya maqnit meridianı, xətlər şəbəkəsinin şaquli xətti və istənilən oriyentirə istiqamət.

Meridianın şimal istiqaməti ilə verilən xətt arasında qalan və saat əqrəbinin hərəkəti üzrə 0° - 360° arasında **ölçülən bucağa azimut** deyilir. Həqiqi azimut A_H ilə, maqnit azimutu A_M ilə işarə olunurlar. Ox meridianı və ya ona paralel olan xəttin şimal istiqamətindən saat əqrəbi istiqamətində verilən xəttə qədər **ölçülən bucağa direksion bucaq** deyilir və α ilə işarələnir. Direksion bucaq 0 - 360° arasında dəyişir.

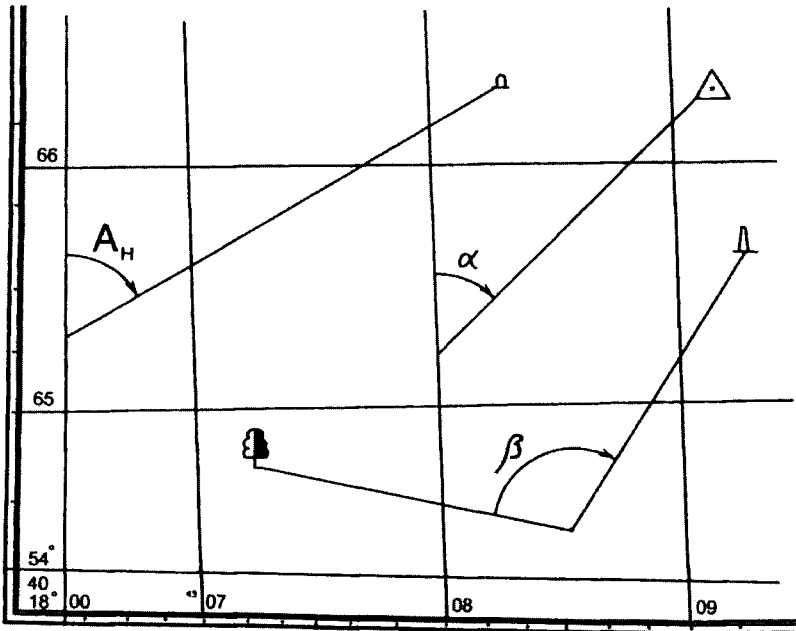


Şəkil 13. Müxtəlif bucaqların vəziyyətləri

Ərazidə işləyəndə maqnit meridianının şimal istiqaməti qütb oxu və yaxud durulan nöqtədən hər hansı bir obyekt orientir kimi qəbul olunur.

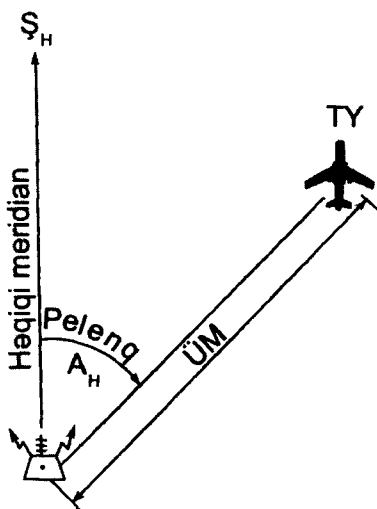
Vəziyyət bucağı teodolitlə, bussolla, kompasla, dürbinlə və yaxud gözəyarı ölçülür. Durulan nöqtədən obyektə (hədəfə) qədər məsafə ya məsafəölçənlə ölçülür və ya gözəyarı tapılır.

Xəritə və aeroşəkillə işləyəndə bucağı transportirlə, qütbdən obyektə qədər məsafəni isə ya millimetrli xətkəşlə və ya pərgarla ölçürlər (şəkil 14).



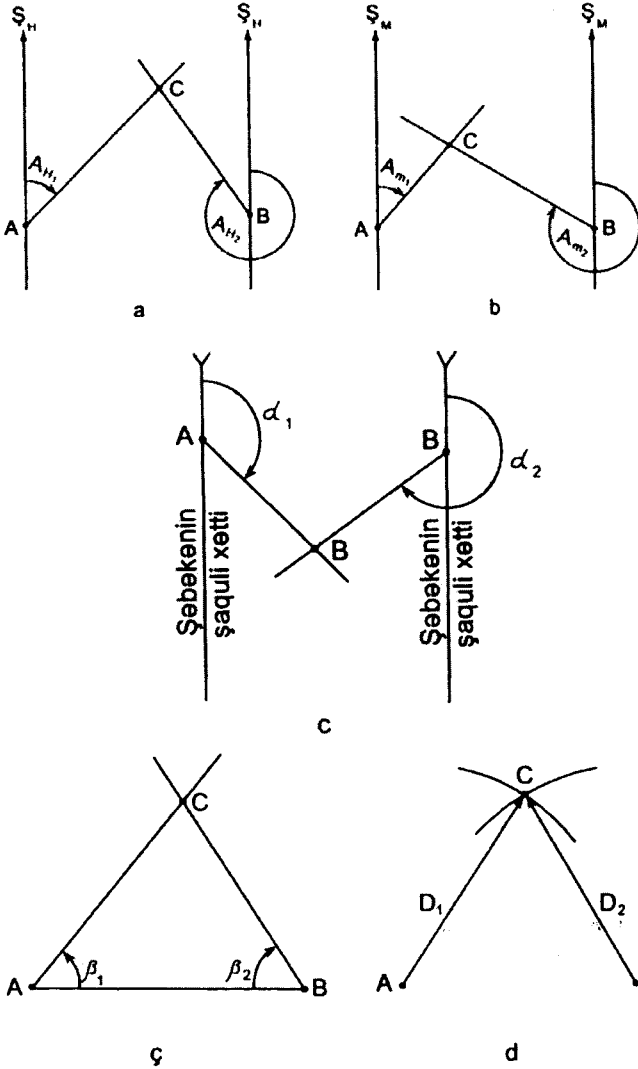
Şəkil 14. Xəritədə bucaqların vəziyyəti

Aviasiyada müxtəlif naviqasiya hesablamalarında radionaviqasiya bucaq-məsafəölçmə sistemlərində nişanı göstərəndə, oriyentirləmədə və müxtəlif qrafiki sənədlərin tərtibində qütb koordinat sistemi geniş tətbiq olur. Qütb koordinat sistemində yaxın naviqasiya radiotexniki sistemi (YNRS) təyyarənin olduğu yeri iki koordinatla tapırlar: həqiqi azimutla (pelenqlə*) və üfüqi məsafə (ÜM) ilə. Həqiqi azimut (pelenq) – həqiqi meridiandan YNRS-in antenasının fırlanması oxundan təyyarə istiqamətinə qədər ölçülmüş bucaqdır. Üfüqi məsafə – YNRS –dən təyyarəyə qədər olan məsafədir (şəkil 15).



Şəkil 15. YNRS yaxın naviqasiya radiotexniki sistemlə təyyarənin olduğu yerin tapılması

* pelenq-kompas əqrəbi istiqaməti ilə əşyanın (obyektin) göründüyü və ya səsin eşidildiyi istiqamət arasındakı bucaqdır.



Şəkil 16. Bipolyar koordinat sistemi

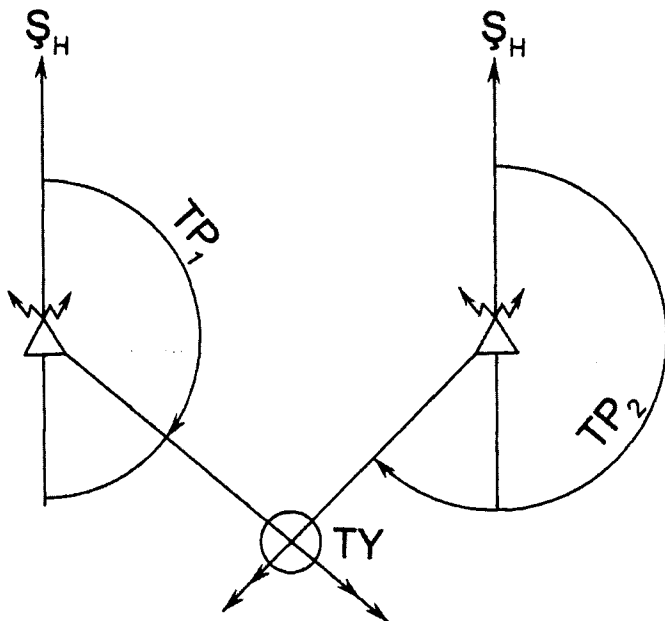
a-B nöqtəsinin vəziyyəti iki həqiqi azimutla (pelenqlərlə) A_{h1} və A_{h2} ilə tapılır; b-B nöqtəsinin vəziyyəti iki maqnit azimutu A_{m1} və A_{m2} ilə tapılır; c-B nöqtəsinin vəziyyəti iki direksion bucaqla α_1 və α_2 ilə tapılır; ç-B nöqtəsinin vəziyyəti iki horizontal bucaqların ölçülməsi β_1 və β_2 ilə tapılır; d-B nöqtəsinin vəziyyəti iki məsafənin ölçülməsi D_1 D_2 ilə tapılır.

İki başlanğıc nöqtə (qütblər) müstəvisində nöqtənin vəziyyətini təyin edən iki bucaq və ya xətti kəmiyyətlərə **bipolyar koordinatlar** deyilir.

Xəritə üzərində və ya yerdə istənilən nöqtənin vəziyyəti iki koordinatla tapılır.

Bu koordinatlar iki həqiqi, maqnit azimutları, direksion bucaq və ya başlanğıc nöqtələri birləşdirən xətdən ölçülən bucaqlar və ya qütblərdən təyin olunan nöqtəyə qədər olan məsafələrdir (şəkil 16).

Bipolyar koordinat sistemi təyyarənin, hədəflərin, oriyentirin, hərbi əməliyyatların yerlərini tapanda və kəsdirmə üsulu kimi topoqrafik planaalmada bucaqölçmə radionaviqasiya sistemində çox geniş tətbiq olunur.



Şəkil 17. İki pelenqlə təyyarənin olduğu yerin tapılması.

Məsələn, təyyarənin yerini tapmaq üçün avtomatik radiokompasla (ARK) birinci stansiyadan pelenqi tapır, sonra təyyarəyə pelenqi ikinci stansiyadan tapır. Beləliklə iki pelenqlə xəritədə təyyarənin yeri müəyyən olur (şəkil 17).

III FƏSİL

YOL XƏTTİ VƏ XƏTTİN VƏZİYYƏTİ

§14. Yol xətləri və xətlərin vəziyyəti anlayışı

Təyyarə fəzada müxtəlif troyektoriyada (iz qoymaqla) yerini dəyişir.

Fəzada təyyarə kütləsi mərkəzinin əyri xətli izinə *təyyarənin uçuş troyektoriyası* deyilir.

Təyyarənin idarə olunması üçün bir çox məsələnin həllində bizi maraqlandıran təyyarənin öz troyektoriyası yox, onun yol xətti adını almış Yer səthinə proyeksiyasının forması maraqlandırır.

Təyyarənin fəzada hərəkətinin troyektoriyasının yer səthinə proyeksiyasına təyyarənin *yol xətti* deyilir.

Praktiki (təcrübəvi) olaraq təyyarənin idarə olunmasında əsasən iki yol xəttindən istifadə olunur: *Ortodromiya və loksodromiya*.

Təyyarə mərkəzinin yer səthinə proyeksiyası nöqtəsinə *təyyarənin yeri* deyilir (TY).

Təyyarənin yeri naviqasiya alətləri ilə bəzi parametrləri ölçməklə tapılır. Bu məsələ hesablama texnikasından istifadə etməklə və ya qrafiki həll olunur. Əgər təyyarənin yeri qrafiki tapılırsa onda xəttin vəziyyəti tətbiq olunur.

Daimi ölçmələrlə tapılan kəmiyyətlərlə təyyarənin yer səthində ehtimal olunan hündəsi yerinə *xəttin vəziyyəti* deyilir.

Ölçülmüş kəmiyyətlər təyyarədən yerdəki stansiya-ya, pelenqatordan təyyarə istiqamətinə, fəza cisimlərinə, təyyarədən yerdəki iki stansiya aralarındakı məsafə fər- qinə və s. ola bilərlər.

Bu kəmiyyətlər müxtəlif naviqasiya texniki alətlərlə ölçülür və hər hansı bir xəttin vəziyyətini xarakterizə edir. İki xəttin kəsişməsi təyyarənin fəzada uçduğu nöq- tənin yer səthindəki vəziyyətini, yəni yerdə harada ol- duğunu göstərir (TY).

Müasir dövrdə təyyarənin idarə edilməsi üçün isti- fadə olunan vəziyyəti təyin edilən əsas xətlər: ortodro- mik pelenqin xətti, bərabər azimutlu (pelenqli) xətt, bə- rabər məsafəli xətt və fərqləri bərabər olan məsafələrin xəttidir.

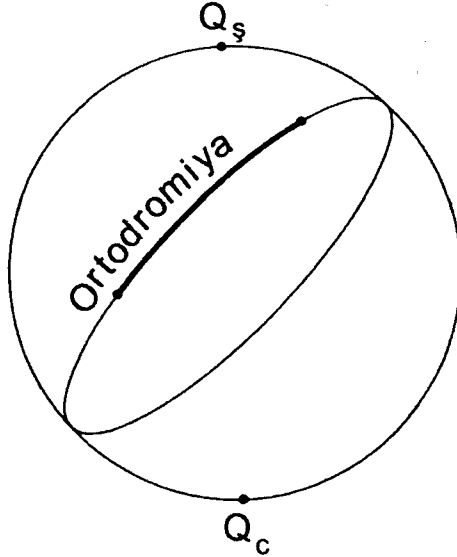
Navigasiya məsələlərinin həllində, yolun xəttini və xəttin vəziyyətini xəritədə çəkirlər (qururlar).

Bu xətlərin xəritədə qurulması formasından və hər bir yol xəttinin hündəsi xüsusiyyətlərindən, xəttin və- ziyyətindən, xəritənin hansı proyeksiyada tərtib olma- sından asılı olaraq qururlar.

Yol xəttinin və xəttin vəziyyətinin xüsusi ünsürlərini (elementlərini) hesablamaq üçün xəttin hündəsi xüsu- siyyətlərini öyrənmək və riyazi asılılıq əldə etmək lazı- mdır.

§15. Ortodromiya

Yer kürəsi səthindəki iki nöqtə arasındakı ən qısa məsafəyə *ortodromiya* deyilir. Ortodromiya böyük dairə qövsünün bir hissəsidir (şəkil 18).



Şəkil 18. Ortodromiya

Diferensial həndəsədən məlumdur ki, hər hansı bir səthdə ən qısa məsafə ayrılığı minimal olan ayrılıqdır. Yer səthində minimal ayrılığa yalnız böyük dairə malikdir, çünki yalnız onun radiusu çox böyükdür. Böyük dairənin qövsü sfera mərkəzindən keçən yer sferası müstəvisinin izidir.

Əgər iki nöqtə yer sferasının eyni diametrli əks istiqamətlərində yerləşiblərsə, onda onlardan istənilən qədr ortodrom çəkmək olar. Coğrafi qütblər belə nöqtələrdəndirlər və həqiqi meridianlarda ortodromlardandırlar. Əgər yer kürəsi səthində iki nöqtə bir-birinin əksində olmayan bir diametrinin qurtaracağındadırsa, onda onların hər birindən yalnız bir ortodrom keçirmək olar.

İndiki dövrdə xüsusi operasiyaların avtomatlaşdırılması rolu günü-gündən artır və təyyarənin idarə olunması prosesi tamam artır.

Təyyarənin idarə olunması məsələsi ondan ibarətdir ki, təyyarəni ən əlverişli troyektoriya ilə idarə edəsən və onu qarşıda qoyulmuş nöqtəyə vaxtında çatdırasan.

Ən əlverişli troyektoriya-ortodromiyası olan proyeksiyadır.

Müasir təyyarələrin uçuşunda kompleks naviqasiya sistemindən (KNS) istifadə edərkən və təyyarə idarə edilməsi üçün xəritədə ortodromik yol xəttinin və ortodromik pelenqin əks olunması ilə əlaqədar, lazım olur ki, yol bucağını və ortodromun uzunluğunu, ara nöqtələrin koordinatlarını, məntəqələr arası marşrutu, hədəfləri və korreksiya nöqtələrini tapasan.

Ortodromiya üsürləri (elementləri) analitiki və qrafiki tapılır.

Ortodromiya üsürləri analitiki üsulla aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

- hesablama texnikasından istifadə etməklə beşrəqəmli triqonometrik funksiyaların cədvəli;
- beşrəqəmli loqarifma cədvəli (hesablayıcı texnika olmadıqda);

- xüsusi yerüstü naviqasiya hesablayıcısı (YNH);

- kompyuterlə

Ortodromiyanı qrafiki hesablamaq olar:

- aeronaviqasiya qlobusunun köməkliyi ilə;

- ortodromiya praktiki (təcrübəvi) olaraq düz xətlə əks olunan xəritələrin köməkliyi ilə: məsələn mərkəzi qütb proyeksiya xəritələrində.

Qrafiki üsulla ortodromiya elementlərini tez hesablamaq olur.

Ancaq alınmış məlumatların dəqiqliyi azalır.

Ona görə ortodromiya elementlərini analitik hesablayıb analiz etmək üçün düsturdan istifadə edək.

Sferik üçbucaq $Q_s AB$ -də (şəkil 19).

A – ekvatorla ortodromiyanın kəsişdiyi nöqtə;

B – indiki nöqtə olduğu üçün ortodromiya tənliyini yazmaq olar.

$Q_s AB$ üçbucağında orta elementlər $Q_s A$ tərəfi və $(\lambda_B - \lambda_A)$ bucağı, kənar elementlər isə - $Q_s B$ tərəfi və β_A bucağıdır.

Dörd elementlər düsturu ilə bu üçbucağı həll edib aşağıdakıları alarıq.

$$\cos Q_s A \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A) = \sin Q_s A \cdot \operatorname{ctg}(90^\circ - \varphi_B) - \sin(\lambda_B - \lambda_A) \operatorname{ctg} \beta_A \quad (16)$$

Tərəf $Q_s A = 90^0$; deməli $\cos Q_s A = 0$, $\sin Q_s A = 1$.

Tənliyi en dairəsinə nisbətən həll etdikdə alarıq;

$$tg \varphi_B = ctg \beta_A \cdot \sin(\lambda_B - \lambda_A) \quad (17)$$

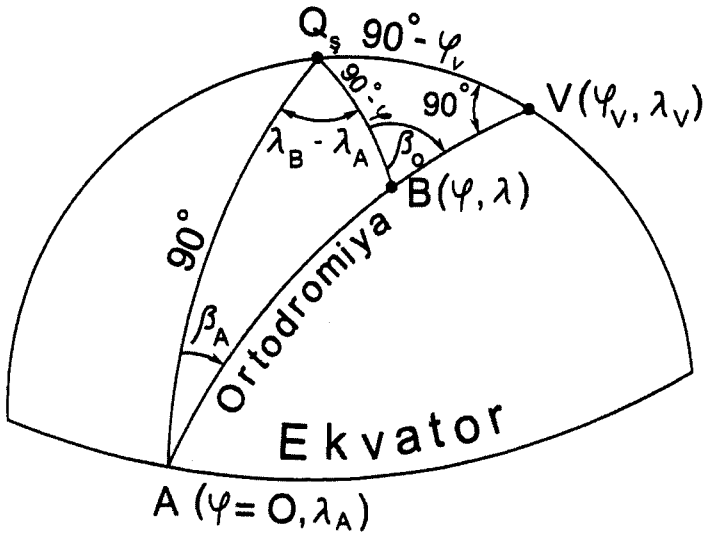
burada,

β_A - ortodromiyanın ekvatorla kəsişdiyi nöqtədəki yol bucağı.

φ_B , λ_B - **B** nöqtəsinin sferik koordinatlarıdır;

λ_A - **A** nöqtəsinin sferik uzunluğudur.

Beləliklə biz ortodromiya tənliyini aldıq.



Şəkil 19. Ortodromiyanın istiqaməti

$Q_s AB$ sferik üçbucağından sinuslar düsturuna əsasən alarıq:

$$\frac{\sin(180^\circ - \beta_B)}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \beta_B}{\sin(90^\circ - \varphi_B)}$$

$$\text{buradan,} \quad \sin \beta_B = \frac{\sin \beta_A}{\cos \varphi_B} \quad (18)$$

Əgər $\beta_A = 0^\circ$ olarsa, onda ortodronomiya meridian tərəfə, $\beta_A = 90^\circ$ olduqda isə ekvator tərəfə dönəcək.

Qalan bütün hallarda θ (ortodronomiya) meridianı müxtəlif yol bucağından keçəcəkdir.

V nöqtəsi (şəkil 19), θ nöqtədə ki, ortodronomiya ən çox enə (en dairəsinə) çatır və meridianı düz bucaq altında kəsir, həmin nöqtəyə *Verteks nöqtəsi* deyilir.

Həmin nöqtənin koordinatları φ_V , en və $\lambda_V = \lambda_A + 90^\circ$ uzunluqdur.

§16. Marşrutun başlanğıc məntəqəsində ortodronomiyanın yol bucağının tapılması

Q_s AB sferik üçbucaqdan (şəkil 20) üç element məlumdur: Q_s A və Q_s B tərəfləri və onların arasındakı $(\lambda_2 - \lambda_1)$ bucağı. Tələb olunan marşrutun başlanğıc məntəqəsində (A nöqtəsində) ortodromiyanın yol bucağı β_A tapmaq. Bu sferik üçbucaqda dörd element düsturunu tətbiq edərək yazıla bilər:

$$\cos(90^\circ - \varphi_1) \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1) = \sin(90^\circ - \varphi_1) \cdot \operatorname{ctg}(90^\circ - \varphi_2) - \sin(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \operatorname{ctg} \beta_A \quad (20)$$

Bu ifadəni dəyişib $ctg\beta_A$ nisbətən həll edək. Onda elə bir düstur alarıq ki, o düsturla marşrutun başlanğıc məntəqəsi (MBM) üçün ortodronomiyanın yol bucağını hesablamaq olsun:

$$ctg\beta_A = \cos\varphi_1 \cdot tg\varphi_2 \cdot cosec(\lambda_2 - \lambda_1) - \sin\varphi_1 \cdot ctg(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (21)$$

§17. Ortodronomiya uzunluğunun tapılması

Ortodronomiyanın S_{ort} uzunluğunu iki üsulla tapmaq olar.

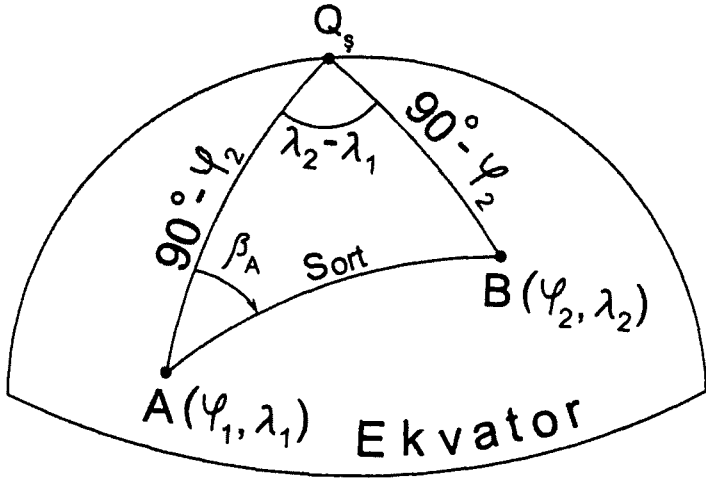
Birinci üsul o vaxt tətbiq olunur ki, MBM –də ortodronomiyanın yol bucağı məlum olsun. Bu halda sferik üçbucağı Q_s AB-dən (şəkil 20) sinuslar düsturu ilə alarıq:

$$\frac{\sin S_{ort}}{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)} = \frac{\sin(90^\circ - \varphi_2)}{\sin\beta_A}$$

bu düsturu $\sin S_{ort}$ nisbətən həll etdikdə ortodronomiya uzunluğunu hesablama düsturunu alarıq:

$$\sin S_{ort} = \frac{\cos\varphi_2 \cdot \sin(\lambda_2 - \lambda_1)}{\sin\beta_A} \quad (22)$$

Əgər MBM-də (marşrutun başlanğıc məntəqəsində) ortodronomiyanın yol bucağı məlum deyilsə, onda ortodronomiyanın uzunluğu başqa düsturla hesablanır. Həmin o Q_s AB sferik üçbucağından AB tərəfinə kosinus düsturunu tətbiq etməklə ortodronomiya uzunluğunu hesablamaq olar.



Şəkil 20. Ortodronomiya elementlərinin tapılması.

$$\begin{aligned} \cos S_{ort} &= \cos(90^0 - \varphi_1) \cdot \cos(90 - \varphi_2) + \\ &+ \sin(90^0 - \varphi_1) \cdot \sin(90^0 - \varphi_2) \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \end{aligned}$$

buradan,

$$\cos S_{ort} = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (23)$$

22 və 23-cü düsturlarla ortodromiyanın uzunluğu böyük dairə qövsündə dərəcə və dəqiqə ilə alınır. Ortodromiyanın uzunluğunu kilometrə almaq üçün 22 və 23-cü düsturlarla hesablanıb tapılmış S_{ort} qiymətini qövsün dəqiqəsinə çevirib 1,853-ə vurmaq lazımdır:

$$S_{ort} = S^1_{ort} \cdot 1.853 \quad (24)$$

§18. Ortodronomiyada ara nöqtələrin koordinatlarının tapılması

Kompleks naviqasiya sistemləri uçuşunda ortodronomiyanın böyük məsafələri aeronaviqasiya xəritələrinə nöqtələrlə qurulur.

Bu ortodronomiya ara nöqtələrinin koordinatlarını belə tapmaq olar:

- *verteks* nöqtəsinin sferik koordinatları ilə;
- marşrutun başlanğıc və sonuncu nöqtələrinin sferik koordinatlarına əsasən.

Ortodronomiyanın ara nöqtələrini, koordinatlarını tez və sadə yolla *verteks* nöqtəsinin koordinatlarına əsasən hesablamaq olar.

Q_3 VB düzbucaqlı sferik üçbucağın (şəkil 21) yanında olan üç elementdən (β_A , $90^\circ - \varphi_1$ və $(\lambda_v - \lambda_1)$) alarıq.

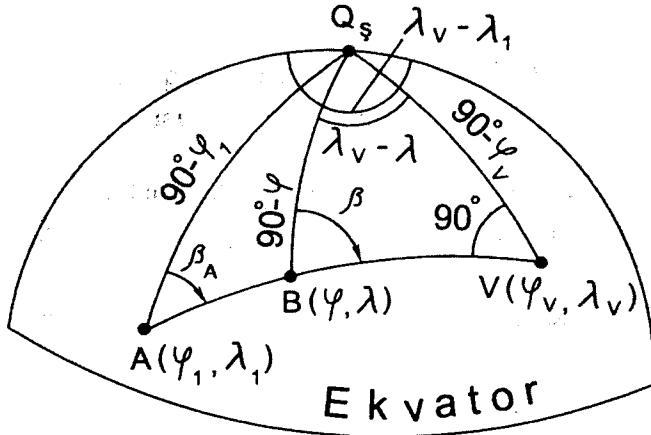
$$\cos(90^\circ - \varphi_1) = \operatorname{ctg} \beta_A \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_v - \lambda_1) \quad (25)$$

Bu ifadənin şəklini dəyişib başqa düstur alarıq ki, onunla da *verteks* nöqtəsinin uzunluğu hesablanır:

$$\operatorname{ctg}(\lambda_v - \lambda_1) = \sin \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_A \quad (26)$$

$\lambda_v - \lambda_1 = \Delta\lambda$ ilə işarə etsək, onda $\lambda_v = \Delta\lambda_1 + \lambda_1$ alarıq.

Həmin Q_3 VA sferik düzbucaqlı üçbucağın üç asılı elementlərindən ayrı olan birini çıxarmaq olar:



Şəkil 21. Verteks nöqtəsinin koordinatlarının tapılması

$$\cos[90^\circ - (90^\circ - \varphi_v)] = \sin(90^\circ - \varphi_1) \sin \beta_A \quad (27)$$

Verteks nöqtəsinin sferik enini hesablamaq üçün yuxarıdakı düsturdan yazı bilərik:

$$\cos \varphi_v = \cos \varphi_1 \cdot \sin \beta_A \quad (28)$$

Ortodromiyanın ara nöqtələrinin koordinatlarını $B(\varphi, \lambda)$ hesablamaq düsturlarını əldə etmək üçün həmin nöqtədən Q_s B meridianını keçirək (şəkil 21) və düzbucaqlı sferik üçbucağında Q_s VB üç elementin $(90^\circ - \varphi)$, $\lambda_v - \lambda$ və $90^\circ - \varphi_v$ yanında olana əsasən yazaq:

$$\cos(\lambda_v - \lambda) = \operatorname{ctg}(90^\circ - \varphi) \operatorname{ctg}[90^\circ - (90^\circ - \varphi_v)] \quad (29)$$

Bu ifadənin şəklini dəyişib ortodromiya arasındakı nöqtələrin koordinatlarını hesablamaq üçün düstur alırıq:

$$tg\varphi = tg\varphi_v \cdot \cos(\lambda_v - \lambda) \quad (30)$$

Əgər ortodromiyanın yol bucağı 90^0 və ya 270^0 yaxındırsa, onda ara nöqtənin uzunluğu λ qiymətinə diqqət yetirərək 30-cu düsturla sferik en φ -ni hesablamaq olar.

Ortodromiya yol bucağı 0^0 və ya 180^0 -yə yaxın olduqda en dairəsi φ -yə əsaslanaraq uzunluq λ -ni hesablamaq olar.

Əgər marşrutun başlanğıc məntəqəsində ortodromiyanın yol bucağı β_A məlumdursa, onda ortodromiyanın ara nöqtələrinin koordinatları başlanğıc nöqtənin sferik koordinatları (φ_1, λ_1) və marşrutun sonuncu məntəqəsinin (φ_2, λ_2) koordinatlarına əsasən aşağıdakı düsturla hesablana bilər:

$$tg\varphi = \frac{tg\varphi_2}{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot \sin(\lambda - \lambda_1) + \frac{tg\varphi_1}{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot \sin(\lambda_2 - \lambda) \quad (31)$$

Bu ortodromiyada bərabərliyin sağ tərəfinin vuruqları və toplananları dəyişməz kəmiyyət olduqları üçün onları simvolik A_2 və A_1 -lə işarə edək.

$$A_2 = \frac{tg\varphi_2}{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad \text{və ya} \quad A_2 = tg\varphi_2 \cdot cosec(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (32)$$

$$A_1 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad \text{və ya} \quad A_1 = \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (32a)$$

İşarələrin dəyişməsinə nəzərə alındıqda düsturun yekun görünüşü belə olacaq:

$$\operatorname{tg} \varphi = A_2 \cdot \sin(\lambda - \lambda_1) + A_1 \cdot \sin(\lambda_2 - \lambda) \quad (33)$$

Ortodromiyanın ara nöqtələrinin λ uzunluqlarına əsaslanaraq sferik enləri (33)-cü düsturla hesablayırlar.

Sferik en düsturu ilə ara nöqtələrin koordinatlarına əsasən aeronaviqasiya xəritələrində ortodromiyanı qurmaq üçün ara nöqtələrin en dairələri geodeziya düsturuna keçirilir.

$$B \approx \varphi + 8'39'' \cdot \sin 2\varphi \quad (34)$$

Yuxarıda yazılmış düsturların hamısında ortodromiyanın elementlərinin analitik hesablanmasında ilkin məlumat kimi marşrutun ortodromik (dövrü, mərhələsi) etapında başlanğıc məntəqəsinin sferik koordinatları (φ_1, λ_1) və sonuncu (axırncı) koordinatları (φ_2, λ_2) götürülür.

Başlanğıc və axırncı məntəqələrin sferik koordinatlarını əldə etmək üçün topoqrafiya xəritəsindən bir dəqiqə dəqiqliyində həmin məntəqələrin geodeziya koordinatları (B, L) götürülür.

Sonra sferik en aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$\varphi \approx B - 8'39'' \cdot \sin 2B \quad (35)$$

Nöqtənin sferiki uzunluğu təxminən geodeziya uzunluğuna bərabərdir.

$$\lambda \approx L$$

En dairələrini keçirmək üçün qrafikdən istifadə etmək olar. (bax şəkil 10).

Bu qrafikada üfüqi xətt üzrə geodeziya və ya sferik en dərəcə ilə, şaquli xətt üzrə isə - qövsün dəqiqə ilə təsəhhidir – düzəlişidir.

Əgər ortodromiyanın elementləri sferik koordinatlarla hesablanırsa, onda ortodromiya uzunluğunun tapılmasında maksimal səhv 0,08%, yol bucağında isə $0,1^\circ$ olacaq.

Əgər fərz etsək ki, sferik en bərabərdir geodeziya enə ($\varphi = B$), onda ortodromiya uzunluğunun hesablanmasındakı səhv 0,5%-i keçməyəcək, yol bucağında isə $0,4^\circ$ -dən çox olmayacaq.

Ortodromiya elementlərini hesablayanda vaxta qənaət etmək və hesablamanı sadələşdirmək üçün təklif olunur ki, xüsusi blanklardan istifadə olunsun.

§19. Loksodromiya*

Meridianları eyni bucaq altında kəsən xəttə *loksodromiya* deyilir (şəkil 22^a). Əgər uçuş daimi həqiqi yol

* Loksodromiya * – yunan sözüdür, lokos – əyri, dromos – (qaçış, yol) fırlanma səthi üzərində bütün meridianları sabit k bucağı altında kəsən xətt.

bucağı (HYB) ilə həyata keçirilirsə və maqnit kompası da o istiqaməti göstərsə, onda təyyarə öz yerini loksodromiya üzrə dəyişir. Riyaziyyatdan məlumdur ki, dairənin uzunluğu aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$S_{\text{dairə}} = 2\pi r \quad (36)$$

Dairənin bir hissəsinin uzunluğunu isə onun radiusunun r qövsü dartan mərkəzi bucağa hasili ilə tapırlar:

$$\Delta S_{\text{dairə}} = \Delta 2\pi r \quad (37)$$

Bunun analoqu olan ABC (şəkil 22^b) sadə üçbucaqda sferada BC paraleli bərabərdir $rd\lambda$, meridianın AC parçası $S_{\text{mer}} = Rd\varphi$, üçbucağın (loksodromiyanın) hipotenizası AB isə bərabərdir Rds . Loksodromiya meridianı α bucağı altında kəsir.

ABC (şəkil 22^b) yazmaq olar:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{rd\lambda}{Rd\varphi} = \frac{R \cdot \cos d\lambda}{Rd\varphi} = \frac{\cos \varphi \cdot d\lambda}{d\varphi}$$

buradan
$$d\lambda = \frac{\operatorname{tg}\alpha \cdot d\varphi}{\cos \varphi} \quad (38)$$

İntegral edib loksodromiya tənliyini alırıq:

$$\lambda = \operatorname{tg}\alpha \cdot \ln \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) + C \quad (39)$$

C -ni daimi inteqralla tapmaq üçün ekvatorun en dairəsi $\varphi = 0$ qəbul edək.

Onda: $C = \lambda_0$ olacaq.

Burada λ_0 - loksodromiyanın ekvatorla kəsişdiyi nöqtənin uzunluğudur.

Loksodromiya tənliyində (39) onun qiymətini yerinə yazdıqda alarıq:

$$\lambda - \lambda_0 = \operatorname{tg} \alpha \cdot \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right); \quad (40)$$

$$\operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \ell^{-(\lambda - \lambda_0) \operatorname{ctg} \alpha} \quad (41)$$

Laksodromiya məkanda loqorifm vintəoxşar xətt şəklindədir. 40-cı düsturdan görünür ki, $\alpha = 0^\circ$ və ya $\alpha = 180^\circ$ olarsa, onda loksodromiya meridianla üst-üstə düşür.

Əgər 38-ci düsturu φ_1, λ_1 -dən φ_2, λ_2 -yə qədər inteqral etsək:

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\lambda = \operatorname{tg} \alpha \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\cos \varphi} \quad (42)$$

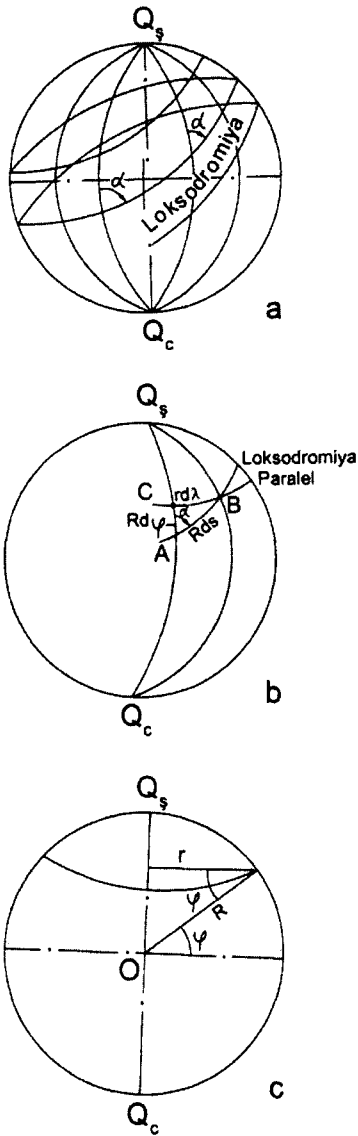
alarıq:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \operatorname{tg} \alpha \left[\ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2} \right) - \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2} \right) \right] \quad (43)$$

buradan:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2} \right) - \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2} \right)} \quad (44)$$

$$\alpha = 90^\circ \text{ və ya } \alpha = 270^\circ \text{ olduqda } \operatorname{tg} \alpha = \infty \quad (45)$$



Şəkil 22. Loksodromiya: a – meridianların eyni bucaq altında kəşimələri; b – loksodromiyanın yol bucağının α tapılması; c – paralellərin radiusu.

Bu o vaxt etibarlı olar ki, (44)-cü düsturun məxrəci sıfıra bərabər olsun. Çünki, surəti $\lambda_2 - \lambda_1$ sonsuzluğa bərabər ola bilməz. Məxrəc o vaxt sıfıra bərabər olar ki, $\lambda_2 = \lambda_1$ olsun. Buradan belə çıxır ki, $\alpha=90^\circ$ və ya $\alpha=270^\circ$ olanda loksodromiyanın eni dəyişməz sabit qalır, yəni o paralellə üst-üstə düşür.

Beləliklə, meridian və ekvator eyni vaxtda həm ortodromiya və həm də loksodromiyadırlar. Təyyarə idarə olunanda praktiki olaraq lazım gəlir ki, loksodromiyanın yol bucağı, uzunluğu və ara nöqtələrinin koordinatları hesablansın.

§20. Loksodromiyanın yol bucağının tapılması

Loksodromiyanın yol bucağını hesablamaq üçün (44)-cü düsturdan istifadə etmək olar.

$$\ln \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2}\right) \text{ və } \ln \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2}\right)$$

kəmiyyətinə **meridional (meridianın)** hissəsi deyilir və müvafiq olaraq D_1 və D_2 ilə işarələnilir.

Burada - D radianla verilib. D -ni 57,3x60 vurub natural loqorifmadan on minliyə ($\text{mod}=0,43429\dots$) keçərək alırıq:

$$D = \frac{57,3 \cdot 60}{0,43429} \cdot \lg \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) = 7915,705 \lg \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (46)$$

Onda (44)-cü düstur aşağıdakı şəkil alacaq:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1)'}{D_2 - D_1} \quad (47)$$

Meridionalların fərq hissəsinə ($D_1 - D_2$) *enin meridional fərqi* və ya qısaca (EMF) deyilir.

Onda (47)-ci düsturu aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1)'}{EMF} \quad (48)$$

§ 21. Loksodromiya uzunluğunun tapılması

Adi ABC (şəkil 22^b) üçbucaqlısından yazmaq olar:

$$Rd\varphi = Rds \cdot \cos \alpha$$

buradan
$$ds = \frac{d\varphi}{\cos \alpha} \quad (49)$$

φ_1 -dən φ_2 -yə qədər en dairəsi həddində inteqralı həll edib alarıq:

$$S_{\text{loks}} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos \alpha} \quad (50)$$

(50)-ci düsturla hesablanmış loksodromiyanın uzunluğu en dairəsi fərqlinin ölçüsü qədərdir. Loksodromiya uzunluğunu kilometrə almaq üçün enin fərqlini ($\varphi_2 - \varphi_1$) əvvəl böyük dairə qövsünün dəqiqəsinə çevirmək, sonra da 1,853 vurmaq lazımdır.

$$S'_{loks} = \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)'}{\cos \alpha} \cdot 1,853 \quad (51)$$

Əgər loksodromiyada həqiqi yol bucağı (HYB) α 90^0 və ya 270^0 -yə yaxın və $(\varphi_2 - \varphi_1)$ fərqi sıfıra yaxın olduqda (51)-ci düsturla hesablamalar lazımi dəqiqliyi verməyəcək.

Belə bir vəziyyətdə başqa düsturdan istifadə etmək lazımdır. ABC (şəkil 22^b) elementar üçbucaqlısından yazıla bilər.

$$rd\lambda - Rds \cdot \sin \alpha \quad \text{və ya} \quad ds = d\lambda \frac{\cos \varphi}{\sin \alpha} \quad (52)$$

Həqiqi yol bucağı (HYB) 90^0 və ya 270^0 -yə yaxın olduqda en $(\varphi_2 - \varphi_1)$ fərqi kiçik olacaq. Onda yazmaq olar:

$$\cos \varphi = \cos \varphi_{or} = \cos \left(\frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \right) \quad (53)$$

(52)-ci düsturu inteqralla λ_1 -dən λ_2 -yə qədər həddə həll etsək alarıq:

$$S'_{loks} = \lambda_2 - \lambda_1 \left(\frac{\cos \varphi_{or}}{\sin \alpha} \right) \quad (54)$$

Loksodromiyanın uzunluğunu kilometrə almaq üçün dəqiqə ilə əks olunan uzunluq fərqi $\lambda_2 - \lambda_1$ 1,853-ə vurmaq lazımdır.

$$S_{loks} = (\lambda_2 - \lambda_1)' \cdot 1,853 \frac{\cos \varphi_{or}}{\sin \alpha} \quad (55)$$

Əgər (51)-ci ifadəni, (55)-ci ifadəyə bölsək, onda loksodromiyanın yol bucağını hesablamaq üçün təxmini düstur alırıq:

$$tg = \frac{\lambda_2 - \lambda}{\varphi_2 - \varphi_1} \cdot \cos \varphi_{or} \quad (56)$$

47 və 56-cı düsturlarla hesablanmış loksodromiya həqiqi yol bucağı (HYB)biri-birindən aşağıdakı asılılıqdan ibarətdir:

- Əgər axırncı nöqtə I dördlүkdə olarsa, onda $HYB_{loks} = \alpha$;

- Əgər axırncı nöqtə II dördlүkdə olarsa, onda $HYB_{loks} = 180^\circ - \alpha$;

- Əgər axırncı nöqtə III dördlүkdə olarsa, onda $HYB_{loks} = 180^\circ + \alpha$;

- Əgər axırncı nöqtə IV dördlүkdə olarsa, onda $HYB_{loks} = 360^\circ - \alpha$.

§ 22. Loksodromiyada ara nöqtələrin koordinatlarının tapılması

Loksodromiyada ara nöqtələrin koordinatlarını hesablamaq üçün (47)-ci düsturdan istifadə edərək koordinatları φ və α olan meridional hissəsi D-ni hesablamaq olar:

$$D = D_1 + ctg\alpha \cdot (\lambda - \lambda_1)' \quad (57)$$

λ uzunluğuna görə D -ni tapırıq. Sonra cədvəldən axtardığımız eni və ya D -ni düsturla hesablayırıq:

$$D = \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (58)$$

(57) və (58)-ci düsturlardan loksodromiyanın həqiqi yol bucağı (HYB) 90° və 270° -yə yaxın olanda istifadə etmək məqsədə uyğundur.

Əgər loksodromiya HYB-ı 0° və ya 180° -yə yaxındırsa onda ara nöqtənin uzunluğu λ -nı həmin nöqtənin (58)-ci düsturdan istifadə etməklə en bucağı φ ilə hesablamaq daha əlverişlidir. Bu halda düstur aşağıdakı şəkli alacaq.

$$\lambda = \lambda_1 + (D + D_1) \operatorname{tg} \alpha \quad (59)$$

Loksodromiyanın ünsürlərini (elementlərini) hesablayanda sferik koordinatlardan istifadə olunur. Ona görə də MBM (B_1, L_1), marşrutun axırınıcı məntəqəsinin (MAM) geodoziya koordinatları (B_2, L_2) ilə (35)-ci tənasübdən istifadə edərək sferik koordinatları hesablamaq lazımdır .

Onu da yadda saxlamaq lazımdır ki, uçuş meridian və ya ekvatorla istisna edilməklə həmişə loksodromiya ortodromiyadan uzundur.

Uçuş meridian və ya ekvatorla olanda loksodromiya ortodromiya ilə üst-üstə düşür. Ən çox uzunluq fərqi ΔS onda olur ki, loksodromiya paralellə üst-üstə düşsün.

Uzunluq fərqlərinin $\Delta\lambda$ qiymətləri eyni olduqda məsafə fərqi ΔS maksimal qiyməti hər hansı bir endə olacaq. Cədvəl 3-də $\Delta S = S_{loks} - S_{ort}$ maksimal qiyməti $\Delta\lambda$ -nin bir neçə (kəmiyyəti) qiyməti üçün verilmişdir.

Cədvəl 3

$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$	$\Delta S, \text{ km}$	φ
30°	15	55°30'
60°	120	53 35
90°	419	52 01
120°	1047	49 31
150°	2200	45 49
180°	4185	39 32

Cədvəldən görünür ki, uzunluq fərqi 30°-yə qədər olanda (məsafə isə 2000 km-ə qədər) uzunluq fərqi ΔS çox azdır, onu nəzərə almamaq da olar. ΔS uzunluq fərqi maksimum qiyməti qütblərə yaxınlıqda çatır. Qütb rayonlarında ortodromiya sferiki diametrdir, loksodromiya isə öz diametrindən 57% artıq olan yarım dairədir. Ona görə şimal rayonlarında böyük məsafələrə uçanda ortodromik yol xətti ilə uçmaq məqsədə uyğundur.

Loksodromiyanın ortodromiyadan yan xəttinin ən qısa meylini aşağıdakı düsturla hesablamaq olar;

$$l = \text{arc ctg} \left(\text{ctg} \varphi \cdot \cos \frac{\Delta\lambda}{2} \right) - \varphi \quad (60)$$

Loksodromiyanın ortodromiyaya meyl etməsi cədvəl 4-də verilib.

Cədvəl 4

φ°	$\Delta\lambda^{\circ}$ olduqda l , km				
	20	40	60	80	100
45	48	198	456	839	1364
60	46	172	382	684	1073
75	30	102	217	380	582

Uzun məsafələrə uçuşda Loksodromiyanın ortodromiyadan yan xəttə meyl etməsini l nəzərə alınması məqsədə uyğundur, çünki meyl etmə 10 kilometrədən 100 km-ə qədər arta bilər.

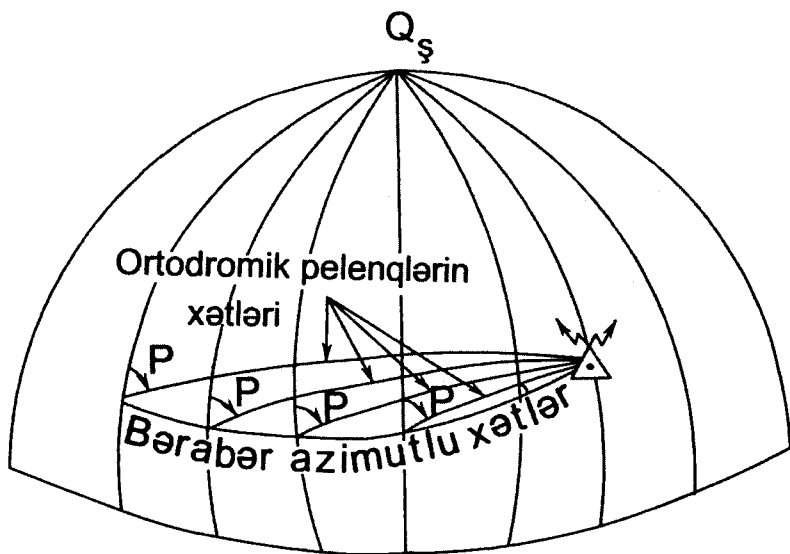
Əgər xəritədə ortodromiyanın yolu çəkilibsə, ancaq uçuş loksodromiya ilə aparılırsa, onda uçuş yüksəkliyinin dəyişməsində kontrol oriyentirlər görünməzlər və o da təyyarənin qadağan olunmuş zolağa düşməsinə, uçuşun tələb olunan təhlükəsizliyinə zəmanət vermir.

§23. Bərabər azimutlu xətlər

Elə bir vəziyyətdəki xəttə *bərabər azimutlu xətt* (BAX) deyilir ki, bütün nöqtələrdə təyyarənin həqiqi meridianı ilə yerüstü radiostansiyasına ortodromik istiqamət arasındakı bucaq eyni olsun.

Yerüstü radiostansiyaların pelenqlərinə görə təyyarənin olduğu yeri təyin edəndə təyyarədə qurulmuş radiokomposla ölçmə işləri aparılır və fəza cisminin yüksəkliyi və azimutuna əsasən tapılır.

Bu da onu göstərir ki, bərabər azimutlu xətt təyyarənin idarə olunmasında tətbiq olunur.



Şəkil 23. Sferada bərabər azimutlu xətt

Astronomik üsulda BAX-ın hər bir nöqtəsində daimi kəmiyyət fəza cisminin azimutudur.

Bərabər azimutlu xətt bütün nöqtələrdə ortodrom pelenqi ilə (ortodromla) kəsişir. Ona görə onu (BAX)

tarazlaşdırmaq üçün (21)-ci düsturu tətbiq edib ortodromiyanın yol bucağını hesablayaq:

$$ctg\rho = \cos\varphi_t \cdot tg\varphi_r \cdot \cos(\lambda_r - \lambda_t) - \sin\varphi_t ctg(\lambda_r - \lambda_t) \quad (61)$$

Burada,

ρ - pelenq (radiostansiyanın azimutu), yəni ortodromiyanın yol bucağı.

φ_t, λ_t - təyyarənin indii olduğu yerin koordinatları;

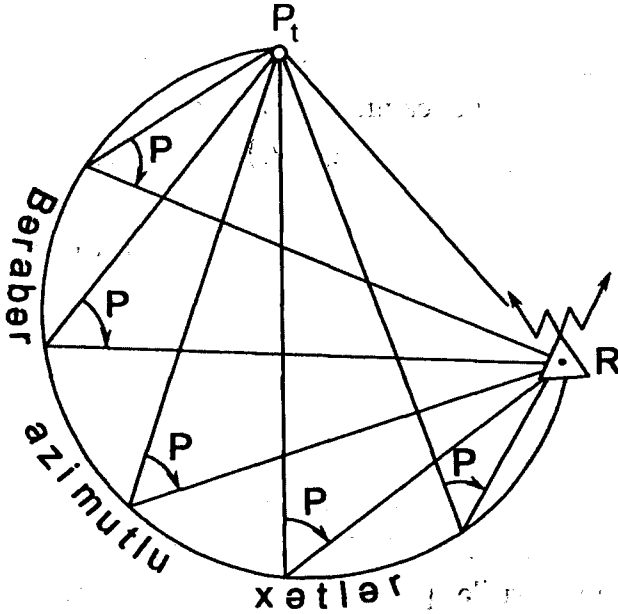
φ_r, λ_r - radiostansiyanın koordinatları.

Elmi tədqiqatlar göstərirdi ki, BAX yer səthində çox qəliz bir əyri şəklində meridianı müxtəlif bucaqlar altında kəsir. Xəritədə BAX-ı yalnız onun nöqtələrinin koordinatları ilə qurmaq olar. BAX nöqtələrinin koordinatlarını (61)-ci düsturla hesablamaq olar.

Onun üçün φ_r və λ_r -in yerinə radiostansiyanın koordinatlarını qoymaq lazımdır. Sonra P-nin məlum qiymətinə λ_t uzunluğunu verməklə təyyarənin en dairəsi φ_t tapılır.

Yerüstü radiostansiyadan çox da hündürdə uçuş olanda Yerə ayrılığını nəzərə almamaq olar, onun məhdud hissəsini (nahiyəsini, sahəsini) müstəvi qəbul etmək olar. Onda meridianlar və ortodromik pelenqlər (ortodromiyalar) düz xəttlə, BAX isə qütbdən və yerüstü radiostansiyadan keçən dairələrlə göstərilirlər (şəkil 24).

24-cü şəkildən görünür ki, ortodromik pelenqlər P nöqtəsində toplanırlar, meridianlar isə P_t nöqtəsində.



Şəkil 24. Müstəvidə bərabər azimetli xətlər

Dairənin istənilən nöqtəsində radiostansiyanın ortodromik P pelenqinin qiymətləri eynidir. Çünki bütün yazılmış P bucaqları eyni bir $P_t P$ əyri xəttin iki nöqtəsini birləşdirən düz xətdir.

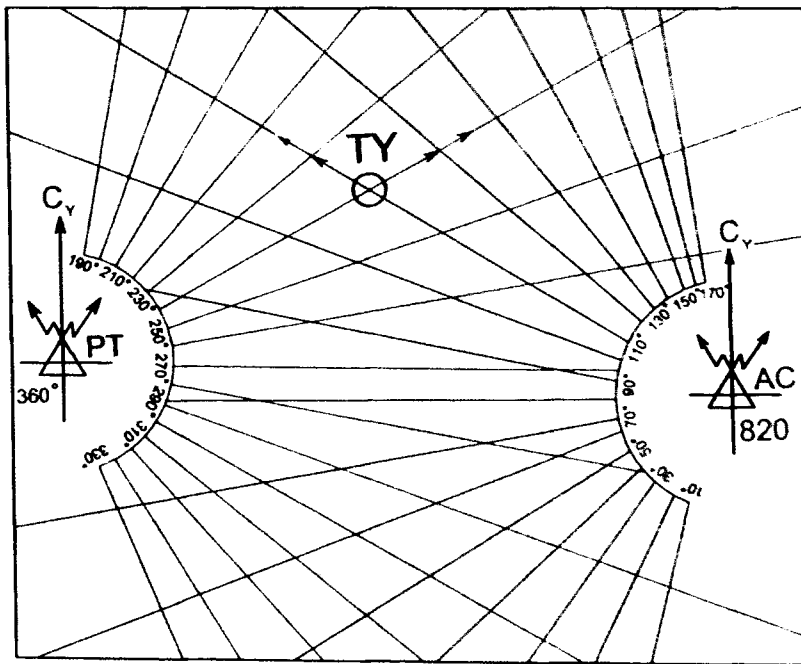
Ortodromik pelenqin xəttini təyyarə uçuşa hazırlananda qabaqcadan xəritədə əks etdirmək olar və ya bilavasitə uçuşda radiokompasla (APK) ortodromik pelenqi ölçməklə.

Əvvəlcədən ortodromik pelenqləri xəritədə göstərmək uçuşda *şturmanın* işini asanlaşdırır. Xəritənin hazır-

lanması – xəritəyə 2-3 yerüstü radiostansiyanın ortodromik pelenqlərini keçirmək deməkdir.

Ortodromik pelenq xətləri hər bir radiostansiya üçün 10° -dən bir düz xətlə uçuş rayonunun rəngində çəkilir.

Hər bir radiostansiyanın ortodromik pelenqinin yanında rəqəmlər (təyyarənin həqiqi pelenqi-THP) pelenq göstərilən rəngdə yazılır (şəkil 25).



Şəkil 25. Ortodromik pelenqlər şəbəkəsi

Radiostansiyaların ortodromik pelenqlərini düz xətlə dəyişəndə meridianların yaxınlaşması bucağı δ nəzərə alınmalıdır:

$$THP = RHP \pm 180^0 + \delta \quad (62)$$

$$\delta = (\lambda_r - \lambda_t) \sin \varphi_{or} \quad (63)$$

Burada,

λ_r - radiostansiyanın uzunluq dairəsi;

λ_t - təyyarənin uzunluq dairəsi;

φ_{or} - xəritə vərəqinin orta en dairəsi.

Təyyarə və radiostansiyaların olduqları yerlərin meridianlarının yaxınlaşması bucağı ona görə nəzərə alınır ki, radiostansiyanın həqiqi pelenqi təyyarənin olduğu yerin meridianından, təyyarənin həqiqi pelenqi (THP) isə – radiostansiyanın olduğu yerin meridianından ölçülür.

Bu meridianlar biri-birinə nisbətən meridianların yaxınlaşması bucağı δ qədər fərqlənirlər.

Əgər yuxarıda adları çəkilən meridianların uzunluq dairələri arasındakı fərq 2^0 -dən az olduqda meridianların yaxınlaşması bucağı δ nəzərə alınmır.

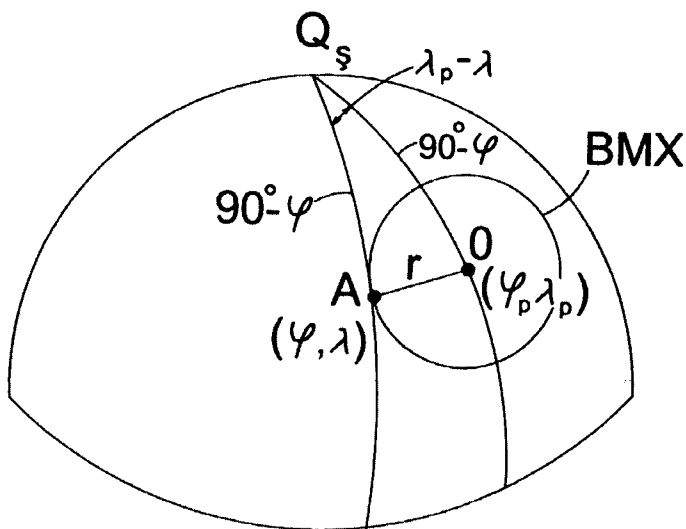
Onda:

$$THP = RHP \pm 180^0 \quad (64)$$

§ 24. Bərabərməsafəli xətlər

O xətlərə *bərabər məsafəli xətlər* (BMX) deyilir ki, onların hamısı yer səthindəki hər hansı bir nöqtədən eyni məsafədə olsunlar. Məsafələri bərabər olan xətlərdən naviqasiya məsafələrinin həllində məsafəölçənlə və bucaqölçən-məsafəölçən sistemlərində və fəza cisminin yüksəkliyini ölçəndə istifadə olunur.

Yer kürəsi səthində BMX sferik radiusu r , mərkəzi isə O nöqtəsi olan kiçik bir dairənin çevrəsinə oxşayır. Məsafələr O nöqtəsinə qədər ölçülür. (Şəkil 26).



Şəkil 26. Bərabərməsafəli xətlər

Q_sAO sferik üçbucağından kosinuslar düsturu ilə bərabərməsafəli xətlərin tənliyini yazmaq olar:

$$\begin{aligned} \cos r = & \cos(90^0 - \varphi) \cdot \cos(90^0 - \varphi_r) + \\ & \sin(90^0 - \varphi) \cdot \sin(90^0 - \varphi_r) \cdot \cos(\lambda_r - \lambda) \end{aligned} \quad (65)$$

buradan:

$$\cos r = \sin \varphi \cdot \sin \varphi_r + \cos \varphi \cdot \cos \varphi_r \cdot \cos(\lambda_r - \lambda) \quad (66)$$

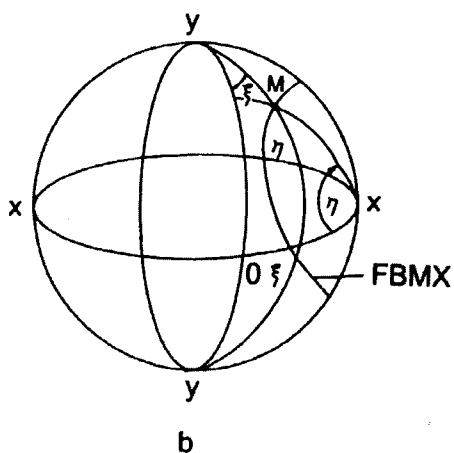
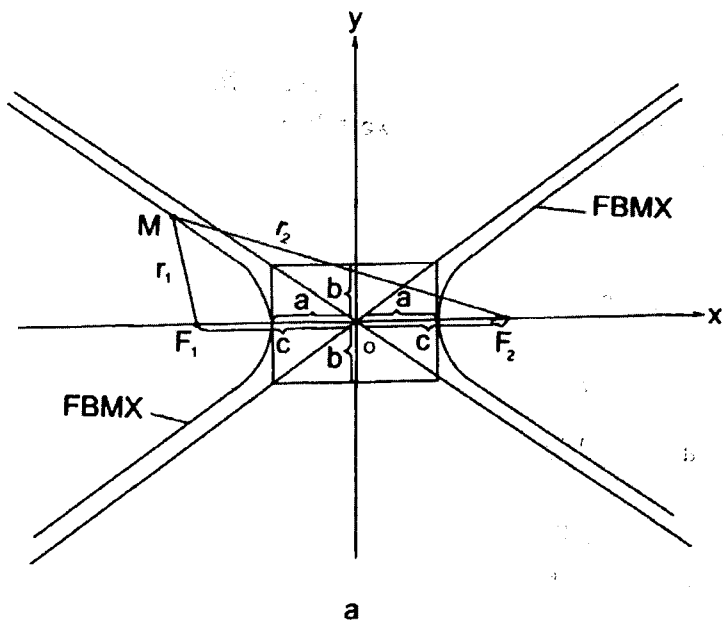
Yüksək dəqiqlikli radiotexniki sistemdə məsafələr ölçülərsə onda bərabər məsafəli xətlər xəritədə ara nöqtələrin koordinatlarına əsasən qurulur və Yerin basıqlıq əmasalı nəzərə alınır. BMX-i xəritədə *orbitoproladçik* adlanan xüsusi cihazla qurmaq olur.

Bərabərməsafəli xətləri uçuşdan əvvəl xəritəyə keçirmək olar ki, bu da uçuşda sturmanın işini asanlaşdırır. Bərabərməsafəli xətləri (BMX) uçuş rayonu həddində öz rəngində 2-3 yerüstü radiostansiyadan xəritəyə keçirirlər.

BMX xəritədə dairə şəklində çəkirlər və rəqəmləri də dairə çəkilən rəngdə yazırlar.

§ 25. Məsafə fərqləri bərabər xətlər

Hər bir nöqtədən yer səthindəki iki nöqtəyə qədər olan məsafə fərqi eyni olan xəttə *məsafə fərqləri bərabər xətt* (MFBX) deyilir (şəkil 27).



Şəkil 27. Məsafə fərqləri bərabər xətlər:
 a – müstəvidə; b – sferada

Belə xəttin vəziyyəti, müstəvidə fokuslarında, yer-üstü stansiyalar yerləşmiş xətt hiperboladır. Müstəvidə hiperbolanın tənliyi belə olacaq:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (67)$$

buradan:

$$b^2 = c^2 - a^2; 2a = r_1 - r_2 = \text{const} : \quad (68)$$

a və b - hiperbolanın ən böyük və ən kiçik yarımoxları;

c – koordinat başlanğıcı O -dan F_1 və F_2 (Fokus məsafələri) radiostansiyalarına qədər olan məsafə.

Sfera səthində məsafə fərqləri bərabər xətləri sferik hiperbola əvəz edir. Onun da düsturu sferik koordinatlarda belə olacaq:

$$\frac{\text{tg}^2 \varepsilon}{\text{tg}^2 a} - \frac{\text{tg}^2 \eta}{\text{tg}^2 b} = 1 \quad (69)$$

buradan:

$$\text{tg}^2 b = \frac{\sin^2 c - \sin^2 \alpha}{\cos^2 a} \quad (70)$$

burada:

ε - F_1 və F_2 fokuslarından keçən koordinat oxu və qütbü $P\varepsilon$ olan böyük dairədir.

η - birinci koordinat oxuna perpendikulyar olan ikinci koordinat oxu. Bu ox iki fokusun ortasından keçir və qütbü $P\eta$ böyük dairədir.

Sferada hiperboloid xətlərinin vəziyyətləri çox mürəkkəbdir. Ona görə təyyarənin dəqiq idarə olunmasını təmin etmək üçün MFBX xəritədə nöqtələrlə qurulur, koordinatları fırlanan ellipsoiddə isə geodeziya düsdurları ilə hesablanır.

Hesablamanın çox mürəkkəb olduğunu və işin həcmnin çoxluğunu nəzərə alaraq hiperboloid xəttin koordinatları mərkəzdə hesablanır. Hesablamanın nəticəsi xüsusi xəritədə hiperboloid xətlərin vəziyyəti əks olunur və topoqrafiyada nəşr edilir.

Uzaq naviqasiya sisteminin radionaviqasiyasında (UNSR) hiperboloid xəttin vəziyyəti çox geniş tətbiq olunur.

Bu sistem imkan verir ki, təyyarənin idarə olunmasını və hərbi tətbiqdə məsafələrin həllini yüksək dəqiqlikdə hesablayasan.

IV FƏSİL

KARTOQRAFIYA PROYEKSİYALARI NƏZƏRİYYƏSİNİN ƏSASLARI

§ 26. Yer səthinin sfera və müstəvidə əks olunmasının məği (məhiyyəti)

Yer səthinə təhrifsiz yalnız Yer modelini olan qlobusda əks etdirmək olur.

Yer səthinin müfəssəl əksini almaq üçün böyük ölçülü qlobus hazırlamaq lazımdır. Məsələn, Yer səthinə 1:1000000 miqyasda təsvir etmək üçün diametri 13 metr olan qlobus düzəltmək lazımdır. Bu cür qlobuslardan istifadə etmək qeyri mümkün olduğu üçün yer səthi xəritə və plan kimi müstəvilərdə əks olunur. Xəyali olaraq qlobusu meridian və ya paralellərlə zolaqlara bölək.

Qütbləri müstəvilərlə birləşdirəndə fasiləsiz xəyal alınmayacaq – arada qırılma olacaq. Onları doldurmaq üçün zolaqları dərəcə təhrifi formalaşdırıb, yerdə əks olunan sahənin ölçülərinə müvafiq tərtib etmək.

Müstəvidə nə qədər çox sahə əks olunsa, bir o qədər təhrif çox olacaq. Əks olunan sahə azaldıqca təhrifdə azalacaq. Məsələn, planlarda, ümumiyyətlə, təhrif yoxdur. Xəritədəki uzunluq bucaq və sahə təhrifləri yer səthindəki və ya qlobusdakı həqiqi ölçülərinə müvafiq əks olunurlar.

Naviqasiya məsələlərinin həllində tətbiq olunan xəritələrin əksəriyyəti Yer in basıqlığı nəzərə alınmaqla tərtib olunurlar, yəni müstəvi Yer ellipsoidi səthinə keçirilir. Yer ellipsoid səthinin müstəvi səthinə keçirilməsi metodlarının (üsullarının) bir neçəsinə baxaq.

Birinci metod. Əvvəl qlobus ölçüsü boyda olan yer ellipsoid səthinə tapılmış riyazi qanunla sferaya keçirirlər və bunun da nəticəsində nöqtənin sferik koordinatlarının ellipsoiddəki geodeziya koordinatlardan asılılıq yaradılır. Sonra alınmış sfera səthinə müstəviyə keçirirlər və nöqtələrin müstəvi düzbucaqlı və ya qütb koordinatları ilə sferik koordinatları arasında əlaqə yaranır.

İkinci metod. Qlobus ölçüsünə qədər kiçildilmiş Yer ellipsoidinin səthi bilavasitə müstəviyə keçirilir və beləliklə nöqtələrin müstəvi və geodeziya koordinatları arasında əlaqə yaranır.

Birinci metod əsasən 1:1000000 və daha kiçik miqyaslı xəritələrin tərtibində tətbiq olunur ki, bu da perspektiv azimutal və müxtəlif çəp proyeksiyaların yaradılmalarında əsas metoddur. Buna sonra baxılacaq.

İkinci metod proyeksiyalandırma 1:500000 və daha iri miqyaslı xəritələrin yaradılmasında və beynəlxalq xəritə proyeksiyasında istifadə olunur.

Onu da qeyd edək ki, bu metodlar şərtidir və bunların əsas vəzifələri riyazi əməliyyatların mahiyyəti olan yer ellipsoidi səthinin müstəviyə keçirilməsini təmin etməni izah etməkdir.

Yuxarıda qeyd etdik ki, təhrifin həcmi xəritədə əks olunan sahədən asılıdır. Ondan başqa təhrifin həcmi və xarakteri (xüsusiyyəti) xəritədə o üsulla tapılır ki, yer səthinin əksi müstəviyə həmin üsulla keçirilmiş olsun.

Yer ellipsoidi səthinin və ya yer sferasının müstəviyə keçirilməsi üsuluna *kartoqrafiya proyeksiyası* deyilir. Xəritə tərtib edəndə əvvəl qlobus səthindən müstəviyə meridian və paralellər şəbəkəsi keçirilir, sonra əks olunacaq ünsürlərin (elementlərin) və nöqtələrin coğarfi koordinatlarına əsasən meridian və paralellər arası boşluqlar doldurulur.

Ona görə kartoqrafik proyeksiya deyəndə müstəvidə meridian və paralellər şəbəkəsinin əks olunması üsulu nəzərdə tutulur.

Meridian və paralel şəbəkəsinin qlobusdan müstəviyə keçirilməsi *kartoqrafiya şəbəkəsini* yaradır. Kartoqrafiya şəbəkənin görünüşü və oxun xüsusiyyətləri kartoqrafiya proyeksiyası ilə təyin olunur. O da öz növbəsində yol xəttinin çəkilməsini və xəritədə xəttin vəziyyətin təyin edir.

Yer səthinin müstəvidə əks olunması üsulları, kartoqrafiya proyeksiyaları və kartoqrafiya şəbəkələrinin qurulması üsulları, xüsusi riyazi kartoqrafiya kurslarında geniş izah olunur. Bu dərslikdə yalnız təyyarənin idarə olunmasında xəritədə həll olunan məsələlər və metodlar haqqında izahat verilir.

§ 27. Xəritələrin miqyasları

Plan və xəritə ərazinin kiçildilmiş təsviri olduğu üçün yer üzərində ölçdüyümüz xəttin üfüqi proyeksiyasını kağız üzərinə köçürərkən onu müəyyən qədər kiçiltmək lazım gəlir. Bu kiçiltmə dərəcəsinə miqyas deyilir. Başqa sözlə, miqyas xəritə üzərindəki xəttin yer üzərindəki uyğun xəttin üfüqi proyeksiyasına olan nisbətidir.

Formaca miqyas dörd cür olur: ədədi, izahlı, qrafiki (xətti) və eninə.

Ədədi miqyas surəti vahid, məxrəci isə yuvarlaq ədəddən ibarət olan kəsrdir. Belə olduqda məxrəc kiçilmənin dərəcəsinə göstərir. Məsələn:

$$\frac{1}{50000}; \frac{1}{100000}; \frac{1}{1000000}.$$

Bu tənəsüblüyü belə də yazmaq olar: 1:50000; 1:100000; 1:1000000. Bu da ölçü sistemindən asılı olmayaraq xəritədə məsafənin neçə dəfə kiçilməsini göstərir: 50000, 100000, 1000000 dəfə. Yəni xəritədə 1 sm – yerdə 500 m, 1 km-ə, 10 km-ə (və ya xəritədə 1 dyum – yerdə 50000, 100000, 1000000 dyuma) bərabərdir.

Xətti miqyas – ədədi miqyasın qrafiki ifadəsidir.

Xəritədə məsafəni tapmaq üçün xəritənin cənub çərçivəsinin altında miqyas verilir. Yerdəki xəttin uzunluğunu tapmaq üçün xəritədə santimetrlə ölçülmüş parçanı (məsafəni) ədədi miqyasın məxrəcinə vururlar. Məsələn, xəritədə ölçülmüş məsafə 6,7 sm, xəritənin miqyası

isə 1:100000-dir. Onda həmin o məsafə yerdə $6,7 \times 1000 = 6700$ metr olacaq. Xətti miqyas arası 2 mm, uzunluğu 10-12 sm olan iki paralel xətdən ibarətdir. Onlar bir və ya iki santimetrdən bir bərabər hissələrə bölünüblər. Bu bölgələr miqyasın «əsası» adlanır. Soldan birinci əsas müxtəlif sayda bərabər hissələrə bölünür və onun sağında 0 yazılır (şəkil 28).

Yerin qlobus ölçüsü dərəcəsinə qədər kiçildilməsinə **ümumi və ya baş miqyas deyilir.**

Qlobusdakı parçanın Yerdəki müvafiq parçaya olan nisbəti miqyas olacaq.

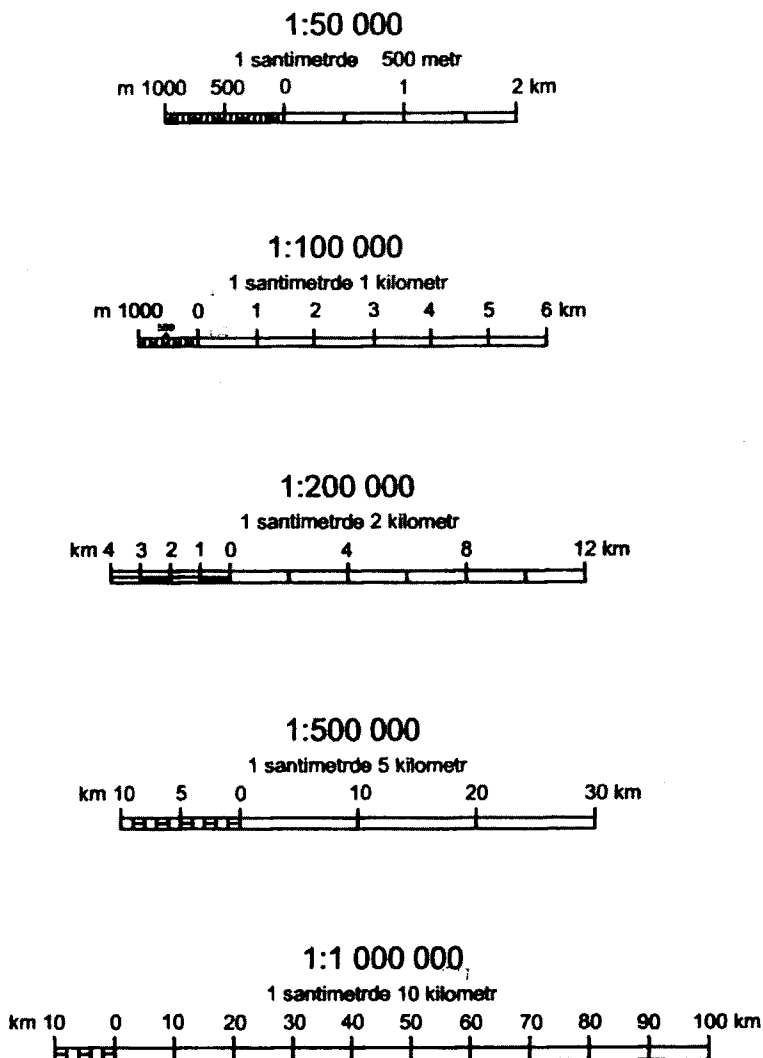
$$M = \frac{L_{ql}}{L_{yer}} \quad (71)$$

L_{ql} – qlobusdakı parça;

L_{yer} – yerdəki parça.

Ümumiyyətlə, aviasiyada istifadə olunan qlobus və xəritələrin əksəriyyətində baş miqyasdan istifadə olunur. Onu da qeyd edək ki, baş miqyas xəritədə uzunluğun azalması dərəcəsinin ümumi xarakteristikasını verir. Fasiləsiz xəyali (əks olunmanı) qloubus səthini müstəviyə açanda lazım gəlir ki, bir sahənin səthini böyüdəsən, digərini isə kiçildəsən. Bunun da nəticəsində qlobus səthinin müstəvidə əksində müxtəlif təhriflər, o cümlədən uzunluqda da təhrif olacaqdır. Xəritənin müxtəlif nöqtələrində və müxtəlif istiqamətlərdə uzunluq təhrifi müxtəlif olacaq. Ona görə də xəritənin miqyası müxtəlif nöqtə

və istiqamətlərdə müxtəlifdir və onlar baş miqyasdan fərqlidirlər. Onunla əlaqədar belə bir termin qəbul olunub: **xüsusi miqyas**.



Şəkil 28. Xəritədə ədədi və xətti miqyasların əksi

Xəritədən götürülmüş ən kiçik bir parçanın Yer səthindəki ona müvafiq kiçik bir parçaya tənəsübünə xüsusi miqyas (μ) deyilir.

$$\mu = \frac{dl_x}{dl_y} \quad (72)$$

burada:

l_x – parçanın xəritədə uzunluğu

l_y – parçanın Yer səthində uzunluğu

Baş miqyasla xüsusi miqyas fərqlərini qiymətləndirmək üçün miqyasın böyüdülməsi C anlayışından istifadə edək. Miqyasın böyüdülməsi aşağıdakı tənəsüblə tapılır.

$$C = \frac{\mu}{M} \quad (73)$$

73-cü düsturdan görünür ki:

- əgər $C=1$ olarsa, onda xüsusi miqyas bərabərdir baş miqyasa ($\mu=M$), yəni xəritənin bu nöqtəsində bu istiqamətdə təhrif yoxdur.

- $C>1$, o deməkdir ki, xüsusi miqyas baş miqyasdan böyükdür ($\mu>M$).

- $C<1$, onda xüsusi miqyas baş miqyasdan kiçikdir ($\mu<M$).

Məsələn, əgər xəritənin baş miqyası 1:100000 və miqyasın böyüdülməsi $C=1,2$ olarsa, onda

$\mu = \frac{1,2}{1000000} = \frac{1}{833333}$, yəni xəritədə hər bir santimetrədə yerdə 8,3 km-dir. Xüsusi miqyas baş miqyasdan böyükdür.

Qlobus səthini müstəvidə əks etdirəndə xüsusi miqyasın kəmiyyəti baş miqyasın kəmiyyətindən ya az və ya çox olacaq. Əgər baş miqyası vahid ($M=1$) qəbul etsək, onda xüsusi miqyas vahiddən (birdən) ya az olacaq və ya çox olacaq.

Bu halda miqdarca miqyasın böyüdülməsinə bərabər olan xüsusi miqyas dedikdə xəritədə kiçik bir parçanın bu nöqtədəki istiqamətindəki qlobusdakı müvafiq kiçik parçaya olan tənəsübü başa düşülür:

$$C = \mu = \frac{dl_{xər}}{dl_{qi}} \quad (74)$$

$dl_{xər} = dl_{qi}$ olduğu üçün.

Kartoqrafiyada xəritənin təhrifini qiymətləndirəndə və xəritənin müxtəlif proyeksiyalarını xarakterizə edəndə, ümumiyyətlə, 74-cü düsturla hesablanan xüsusi miqyasların böyüklüyünə istiqamətləndirilir. Lazım gəldikdə 74-cü düsturla hesablanmış xüsusi miqyasın kəmiyyətini bildikdə çox asanlıqla 72-ci düsturla xüsusi miqyasın kəmiyyətinə keçmək olar:

Məsələn $M 1:2000000$ və $\mu=1,5$ olduqda bizim izahımız riyazi formada belə olacaq:

$$\mu = \frac{dl_{xər}}{dl_{qi}} = 1.5 = C \quad (75)$$

buradan

$$\mu = \frac{dl_{x\acute{e}r}}{dl_{y\acute{e}r}} = CM = \frac{1,5}{2000000} = \frac{1}{1333333}$$

Bu o deməkdir ki, xəritədəki bir santimetr, yerdəki 13,3 km-ə müvafiqdir.

Əgər belə bir xəritənin baş miqyasında təhrifi nəzərə almadan məsafə ölçülsə onda ölçmənin nəticəsi çox böyük bir səhvə alınacaq. İri miqyaslı xəritələrdə (1:500000 və daha iri) və bir çox kiçik miqyaslı xəritələrdə (1:1000000 və daha kiçik) xüsusi miqyaslar baş miqyaslardan cüzi fərqlənirlər. Ona görə də bu cür xəritələrdə baş miqyasla ölçmə aparmaq çənaətbəxşdir. Bununla belə bəzi aeronaviqasiya xəritələrində, məsələn stereografik proyeksiyaların xəritələrində xüsusi miqyaslar baş miqyaslardan çox fərqlənirlər. Belə xəritələrdə məsafələrin ölçülməsi xüsusi üsulun köməkliyi ilə aparılır.

Xəritədəki müxtəlif təhrifləri qiymətləndirmək üçün xüsusi miqyaslardan ən böyük qiymətə malik olan iki istiqamətdir: meridianlar və paralellər üzrədir. Meridian üzrə xüsusi miqyası *m* hərfi ilə, paralel üzrə isə *n* hərfi ilə işarə etmək qəbul olunub. Xəritənin miqyası nə qədər iri (böyük) olarsa, bir o qədər ərazi orada müfəssəl əks olunacaq. Xəritə miqyası kiçildikcə xəritəyə keçirilən yerli obyektlərin miqdarı da azalır. Bununla bərabər ən mühüm və oriyentir əhəmiyyətli obyektlər həcmindən asılı olmayaraq bütün miqyaslı xəritələrdə əks olunurlar.

Xəritənin koməkliyi ilə həll olunan müxtəlif məsələlər müxtəlif proyeksiyalarda və miqyaslarda xəritə əldə etməyə ehtiyac olduğunu göstərir.

Cədvəl 5-də müxtəlif miqyaslı xəritələrin siyahısı verilmişdir.

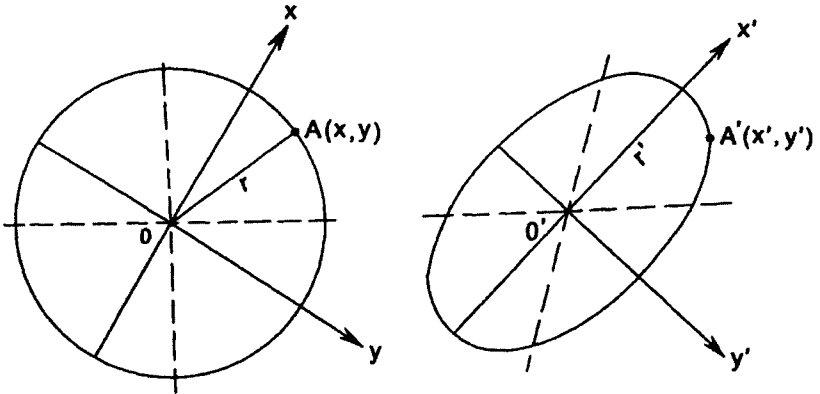
Cədvəl 5

Xəritənin miqyası	Miqyasın kəmiyyəti	Xəritənin adı
1:10000	100 m	On minillik
1:25000	250 m	İyirmi beş minlik
1:50000	500 m	Əlli minlik
1:100000	1 km	Yüz minlik (kilometrlik)
1:200000	2 km	İki yüz minlik (iki kilometrlik)
1:500000	5 km	Beş yüz minlik (beş kilometrlik)
1:1000000	10 km	Milyonluq (on kilometrlik)
1:2000000	20 km	İki milyonluq (iyirmi kilometrlik)
1:4000000	40 km	Dörd milyonluq (qırx kilometrlik)
1:8000000	80 km	Səkkiz milyonluq (səksən kilometrlik)

§ 28. Təhrif ellipsi

Qlobus səthini müstəviyə keçirəndə keçirməyə müxtəlif təhriflər daxil olur. Həmin o təhriflərin xarakteri və həcmi keçirmə üsulundan asılıdır, yəni kartoqrafiya proyeksiyasından. Müxtəlif üsullarla qlobus səthini müstəviyə keçirəndə və buna müvafiq əks olma təhriflərini birləşdirib ümumi qanuni təhrif üçün yekun qərara gəlmək olar.

Məsələn, qlobusdan götürülmüş çox kiçik bir dairə, istənilən müstəvidə proyeksiyası sonsuz bir kiçik ellips kimi əks olunub görünəcək (şəkil 29).



Şəkil 29. Ən kiçik radiuslu dairənin qlobusdan müstəviyə proyeksiyanması

Bu vaxt qlobusdakı sonsuzluqda olan kiçik bir dairənin qarşılıqlı perpendikulyar diametri həmişə müstəvi-

də qarşılıqlı diametrlə sonsuz kiçik ellipsdə əks olunur, ümumiyyətlə, düz bucaq altında kəsişirlər.

Onu da yada salmaq lazımdır ki, ellipsin diametri o vaxt bağlayıcı (qoşma, birləşdirici) olur ki, verilmiş diametrdən paralellərin xordlarını yarı bölsün. Əgər o verilmiş diametrə paraleldirsə və xordanı yarı bölürsə ellipsis bir çox cüt qoşulma (əlaqəli) diametrə malikdir. Ancaq onlardan yalnız biri qarşılıqlı perpendikulyardır. Bu cür diametrlərdən ellipsin ən kiçik və ən böyük diametrləridir. Bu onu təsdiq edir ki, kiçik ellipsin müstəvidəki iki əlaqəli qarşılıqlı perpendikulyar diametrləri qlobusda əks olunmuş kiçik bir dairənin sonsuz sayda olan qarşılıqlı perpendikulyarlardan bir cütüdür.

Beləliklə, qlobusun hər hansı bir nöqtəsində iki qarşılıqlı perpendikulyar istiqamət seçmək olar (X və Y). Onlar müstəvidə müvafiq perpendikulyar istiqamətində X' və Y' (şəkil 29) əks olunurlar.

Bu cür iki qarşılıqlı perpendikulyar istiqamətlər və ellipsin ən kiçik və ən böyük diametrləri ilə **üst-üstə düşənlərinə baş istiqamət deyilir.**

Ellipsin böyük yarımoxunu a hərfi ilə, kiçik yarımoxunu isə b hərfi ilə işarə edək (şəkil 30). Kiçik dairənin radiusu r müstəvidə əks olunacaq r' radiuslu ellipsdə. α istiqaməti isə təhrif nəzərə alınmaqla müstəvi istiqaməti α' kimi əks olunacaq.

Çox kiçik kəmiyyətlərlə işlədiyimiz üçün xüsusi miqyasın tapılmasından istifadə edərək yazmaq olar:

$$\left. \begin{aligned} \mu_{\max} &= \frac{a}{r} \\ \mu &= \frac{r'}{r} \\ \mu_{\min} &= \frac{b}{r} \end{aligned} \right\} \quad (76)$$

Əgər qlobusdakı ən kiçik bir dairənin radiusunu vahid ($r=1$) qəbul etsək, onda alarıq:

$$\left. \begin{aligned} \mu_{\max} &= a \\ \mu &= r' \\ \mu &= b \end{aligned} \right\} \quad (77)$$

Bu o deməkdir ki, $r=1$ olduqda ellipsin həm böyük və həm də kiçik yarım oxları rəqəmlə xüsusi miqyasın maksimal və minimal qiymətlərinə bərabər olacaq. Əks olunma nöqtəsində və istiqamətində hər bir radius-vektor rəqəmcə xüsusi miqyasa bərabər olacaq.

Ən kiçik ellipsin hər bir radius-vektoru əks olunma nöqtəsində eyni istiqamətdə rəqəmcə xüsusi miqyasa bərabər olana **təhrif ellipsi deyilir**. Ellipsin təhrifi xüsusi miqyasın istənilən nöqtədən istənilən istiqamətə əks olunmasını xarakterizə edir. Bu təhrifin xarakteristikası bütün proyeksiyalarda istifadə olunur. Ellipsin təhrifi parametri ilə riyazi asılılıq əldə etmək olar ki, onun da köməkliliyi ilə istənilən proyeksiyada təhrifin qiymətini tapmaq olar.

§ 29. Xətlərin, bucaqların və sahələrin təhrif olunmaları

Xətlərin təhrifi. Xüsusi miqyasın μ (vahiddən) bir rəqəmindən meyl etməsi xəritənin həmin nöqtəsindəki xəttin uzunluğunun və istiqamətin təhrifinə gətirir və o V hərfi ilə işarələnir.

$$V = \mu - 1 \quad (78)$$

Çox vaxt təhrifi faizlə əks etdirirlər, yəni baş miqyasa görə və ona nisbi təhrif deyilir.

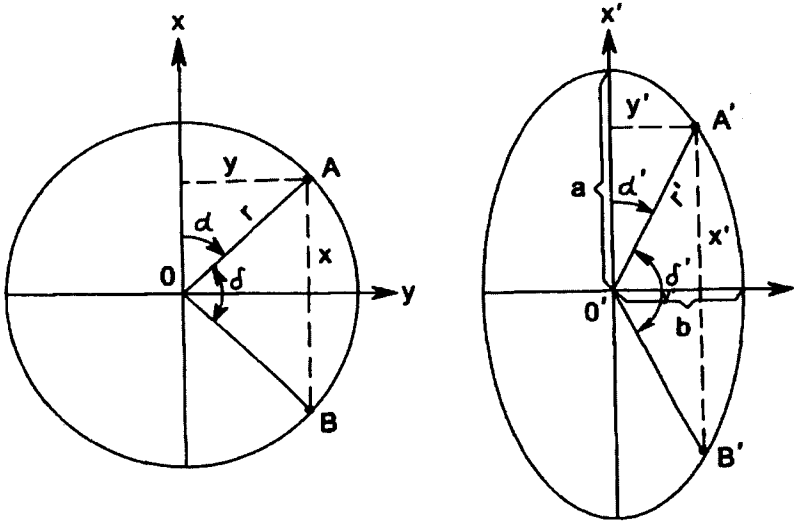
$$V = 100(\mu - 1) \quad (79)$$

Məsələn, $\mu = 1,2$ olanda, xəttin təhrifi $V = +0,2$ və ya xəttin nisbi təhrifi $V = 20\%$ olacaq. Bu o deməkdir ki, uzunluğu 1 sm olan qlobusdakı parça xəritədə 1,2 sm uzunluğunda əks olunacaq.

78-ci düsturdan görünür ki, uzunluq V –nin təhrifini O' nöqtəsində istiqamətlə tapmaq üçün qlobusda α istiqamətini (şəkil 30) tapmazdan əvvəl α istiqamətində xüsusi miqyasın böyüklüyünü μ tapmaq lazımdır.

Qlobusda verilmiş istiqamət α , xəritədəki ona müvafiq istiqamət α' bərabər ($\alpha = \alpha'$) olduqda və xüsusi miqyası təyin etmək üçün yazıla bilər:

$$\mu_\alpha = \frac{r'}{r} \quad (80)$$



Şəkil 30. Ellips təhrifi

Şəkil 30-dan

$$r' = \sqrt{(x')^2 + (y')^2} \quad (81)$$

$$x' = ax; y' = by$$

$$x = r \cos \alpha; y = r \sin \alpha$$

olduğundan

$$x' = a r \cos \alpha; y' = b r \sin \alpha$$

Sonuncu qiymətləri 81-ci düsturda yerinə yazdıqda alarıq:

$$r' = r \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha} \quad (82)$$

Onda 80-ci düstur aşağıdakı şəkli alar:

$$\mu\alpha = \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha} \quad (83)$$

83-cü düsturda r' və α' -in qiymətləri yoxdur. Əgər ellips parametrləri a və b təhrifləri məlumdursa, yəni proyeksiyanın bu nöqtəsində maksimal və minimal miqyaslar məlumdursa, onda bu onu təsdiq edir ki, bu düstur istənilən proyeksiyada, istənilən O' nöqtəsində verilmiş α istiqamətində xüsusi miqyasın μ miqdarını (böyüklüyünü) tapmaq üçün ümumidir.

Xüsusi miqyas μ_α tapıldıqdan sonra xəttin təhrifini 78-ci düsturla belə tapırıq:

$$V_\alpha = \mu_\alpha \cdot l \quad (84)$$

83, 84-cü düsturlarla qlobusda (yer səthində) α istiqamətindəki verilmiş (məlum) xəttin xəritədə təhrifini hesablamaq olar. Bu şərtlə ki, xüsusi miqyasda baş istiqamət a və b məlum olsunlar.

Bəzən lazım olur ki, xəttin təhrifini məlum α' , a və b görə tapasan. Şəkil 30-dan görünür ki:

$$\left. \begin{aligned} r' \cos \alpha' &= x' = ax = a \cdot r \cdot \cos \alpha \\ r' \sin \alpha' &= y' = by = b \cdot r \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (85)$$

Buradan:

$$\left. \begin{aligned} r' \cos \alpha' &= a \cdot r \cdot \cos \alpha \\ r' \sin \alpha' &= b \cdot r \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (86)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\cos \alpha'}{ar} &= \frac{\cos \alpha}{r'} \\ \frac{\sin \alpha'}{br} &= \frac{\sin \alpha}{r'} \end{aligned} \right\} \quad (87)$$

Kvadrata yüksəldib, axırını bərabərliyi toplasaq alarıq:

$$\frac{1}{r^2} \left(\frac{\cos^2 \alpha'}{a^2} + \frac{\sin^2 \alpha'}{b^2} \right) = \frac{1}{(r')^2}$$

buradan:

$$r' = \frac{r}{\sqrt{\frac{\cos^2 \alpha'}{a^2} + \frac{\sin^2 \alpha'}{b^2}}} \quad (88)$$

Onda 80-ci düstur aşağıdakı şəkli alacaq:

$$\mu_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{\cos^2 \alpha'}{a^2} + \frac{\sin^2 \alpha'}{b^2}}} \quad (89)$$

μ_α' məlum olduqda xəttin təhrifin 78-ci düsturla tapırıq:

$$V_\alpha' = \mu_\alpha' - 1 \quad (90)$$

Bucaqların təhrifi

Hər bir bucaq iki verilmiş istiqamət arasındakı bucaqdır. Bu halda δ bucağı (şəkil 30) OA və OB istiqamətləri arasındadır. Ona görə əvvəlcə istiqamətin təh-

rifini tapmaq lazımdır. Qlobusdakı əksi $O'A'$ istiqamətindəki müstəviyə keçirəndə ümumi halda bu OA istiqamətinə müvafiq olmayacaq. Bu qeyri müvafiqlik α və α' bucaqlarına da təsir edəcək. Ona görə də kartoqrafiyada istiqamətin təhrifi deyəndə α və α' bucaqları arasındakı fərq başa düşülür. 30-cu şəkildən yaza bilərik:

$$tg\alpha' = \frac{y'}{x'}; \quad tg\alpha = \frac{y}{x}$$

$y'=by$, $x'=ax$ olduğu üçün yaza bilərik:

$$tg\alpha' = \frac{b}{a}tg\alpha \quad (91)$$

91-ci bərabərliyi dəyişək. Onun üçün onun hər iki tərəfini $tg\alpha$ -dan çıxaraq, sonra isə hər iki tərəfinin üstünə $tg\alpha$ -nı gələk:

$$\left. \begin{aligned} tg\alpha - tg\alpha' &= tg\alpha - \frac{b}{a}tg\alpha = \frac{a-b}{a}tg\alpha \\ tg\alpha + tg\alpha' &= tg\alpha + \frac{b}{a}tg\alpha = \frac{a+b}{a}tg\alpha \end{aligned} \right\} \quad (92)$$

Birinci tənliyi ikinci tənliyə bölək:

$$\frac{tg\alpha - tg\alpha'}{tg\alpha + tg\alpha'} = \frac{a-b}{a+b} \quad (93)$$

Triqonometriyadan məlum dur ki,

$$\left. \begin{aligned} tg\alpha - tg\alpha' &= \frac{\sin(\alpha - \alpha')}{\sin\alpha - \sin\alpha'} \\ tg\alpha + tg\alpha' &= \frac{\sin(\alpha + \alpha')}{\cos\alpha \cdot \cos\alpha'} \end{aligned} \right\} \quad (94)$$

Sonuncu qiymətləri 93-cü düsturda yazdıqda alarıq:

$$\frac{\sin(\alpha - \alpha')}{\sin(\alpha + \alpha')} = \frac{a - b}{a + b} \quad (95)$$

və ya

$$\frac{\sin(\alpha - \alpha')}{\sin(\alpha + \alpha')} = \frac{a - b}{a + b} \sin(\alpha + \alpha') \quad (96)$$

96-cı düsturda $\alpha - \alpha'$ kəmiyyəti istiqamətin təhrifini verir.

Müxtəlif proyeksiyalarda təhrifi qiymətləndirmək üçün ən çox maraq bucağın maksimal təhrifidir, yəni istiqamətin maksimal təhrifidir.

96-cı düsturdan görünür ki, maksimal təhrif o vaxt ola bilər ki, $\sin(\alpha + \alpha') = 1$, bu şərtlə $\alpha + \alpha' = 90^\circ$ olsun.

Onda:

$$\sin(\alpha - \alpha')_{\max} = (a - b)(a + b)$$

və ya

$$\sin \varpi = (a - b)(a + b) \quad (97)$$

burada $\varpi = (\alpha - \alpha')$.

Bucağın təhrifinə iki istiqamətin təhrifləri daxil olduqları üçün bucağın maksimal təhrifi istiqamətin maksimal təhrifindən iki dəfə çoxdur, yəni 2ϖ -dir.

Şəkil 30-dan görünür ki,

$$\begin{aligned} \delta' - \delta &= (180^\circ - 2\alpha') - (180^\circ - 2\alpha) = 2(\alpha - \alpha'); \\ (\delta' - \delta)_{\max} &= 2(\alpha - \alpha')_{\max} = 2\varpi \end{aligned} \quad (98)$$

Sahələrin təhrifi

Xəritədən götürülmüş kiçik bir ellips sahəsinin qlobusdakı ona müvafiq kiçik bir dairə sahəsinə olan nisbəti sahə miqyası **P** adını almışdır (şəkil 30).

Məlumdur ki, ellipsin sahəsi bərabərdir - πab , dairənin sahəsi isə - πr^2 .

Ona görə:

$$P = \frac{\pi ab}{\pi r^2} = \frac{ab}{r^2} \quad (99)$$

Əgər qlobusdakı kiçik bir dairənin radiusunu vahid qəbul etsək ($r=1$) onda:

$$P=ab \quad (100)$$

Yəni bu nöqtədə sahə miqyası maksimal və minimal xüsusi miqyasların hasilinə bərabərdir.

Sahə miqyasının **P** vahiddən fərqlənməsi halına **sahənin təhrifi deyildir**.

$$V_p = P - 1 \quad (101)$$

Aviasiyada istifadə olunan xəritələr, ümumiyyətlə, o proyeksiyalarda tərtib olunurlar ki, onlarda ellipsin baş istiqamət (yarımoxu) təhrifi meridian və paralellərlə üst-üstə düşsünlər.

Bu halda

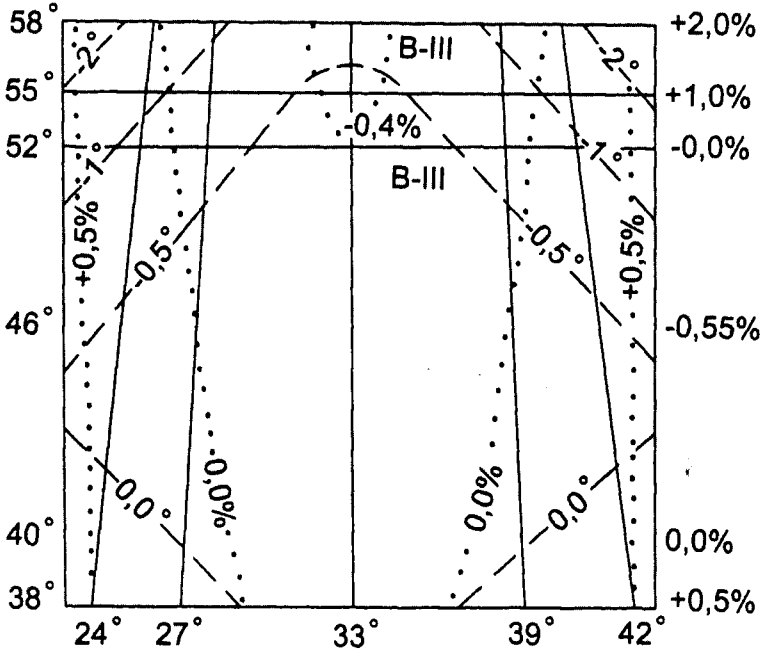
$$a=m$$

$$b=n$$

Burada **m** və **n** meridian və paralellər üzrə xüsusi miqyaslardır. Onda 83, 89, 97 və 100 düsturları belə olacaqlar:

$$\left. \begin{aligned} \mu_{\alpha} &= \sqrt{m^2 \cos^2 \alpha + n^2 \sin^2 \alpha} \\ \mu_{\alpha'} &= \frac{1}{\sqrt{\frac{\cos^2 \alpha}{m^2} + \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} \\ \sin \varpi &= \frac{m-n}{m+n} \\ P &= mn \end{aligned} \right\} (102)$$

Bucaqların, xətlərin və sahələrin təhriflərinin bölüşdürülməsini aydın xarakterizə edən xəritələrdə ən çox **izokoldan** – eyni elementin xətdə bərabər təhrifindən istifadə olunur (şəkil 31).



Şəkil 31. Bucaq və xətlərin izokolları

31-ci şəkildə uçuşun yarım marşrutlu 1:2000000 miqyaslı xəritəsində xarici görünüşü dəyişdirilmiş yarım konik proyeksiyada bucaq və xətlərin **izokolları** göstərilmişdir. İzokolun yerləşməsini bilmək imkan verir ki, xəritədə ölçmə işləri aparanda bucaq və xətlərin təhriflərini nəzərə alasan.

§ 30. Təhrif xarakterinə görə proyeksiyaların təsnifatı

Yer səthinin və ya qlobusun müstəvidə əksi bucağın, xəttin (məsafənin) və sahənin təhrifi ilə bağlıdır. Hər bir proyeksiyada bu təhrif müəyyən bir kəmiyyətlə qarşılıqlı əlaqədədir. Məsələn, əgər hər hənsə bir proyeksiyada bucağın təhrifi azalıbsa və ya tam aradan qaldırılıbsa, onda o azalmalara müvafiq olaraq xəttin uzunluğunda və sahədə təhrif artacaq. Müxtəlif məqsədlər üçün proyeksiyalarda müxtəlif xarakterli təhriflər yaranır. Proyeksiyada təhrifin xarakteri konkret təyin olunmuş təhrif (bucaq, məsafə, sahə) olmadan tapılır. Ondan asılı olaraq təhrif xarakterinə görə bütün kartoqrafik proyeksiyalar dörd qrupa bölünür:

- bərabərbucaqlı (konformnılar);
- bərabəraralılı (ekvidistantnılar);
- bərabərböyüklülər (ekvivalentlilər);
- sərbəstlər (ixtiyarilər).

O proyeksiyalara **bərabərbucaqlı proyeksiyalar** deyilir ki, onlarda bucaqlar və istiqamətlər təhrifsiz əks

olunurlar. Bərabərbucaqlı proyeksiyalar xəritələrində ölçülmüş bucaqlar yer səthində ona müvafiq bucağa bərabərdir. Bərabərbucaqlı proyeksiyalarda istiqamətdə təhrif olmadığı üçün yaza bilərik:

$$\alpha = \alpha'$$

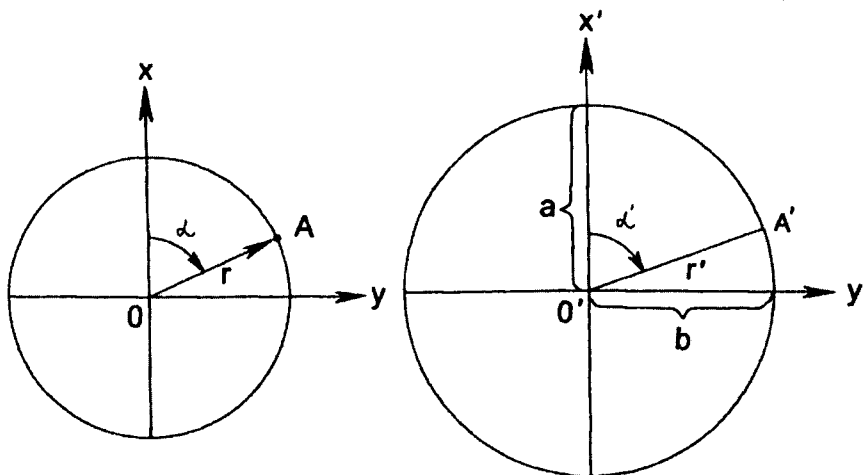
Onda

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{b}{a} \operatorname{tg} \alpha \quad (103)$$

düsturu bu şəkli alar:

$$a = b$$

Bu o deməkdir ki, baş istiqamətdə xüsusi miqyaslar bir-birinə bərabərdirlər [vahidə (birə) bərabər deyillər]. Qlobusda götürülmüş kiçik bir dairə müstəvidə dairə şəklində ancaq başqa radiusda əks olunacaq (şəkil 32).



Şəkil 32. Bərabərbucaqlı proyeksiyada təhrif

Bu nöqtədən bütün istiqamətlərdə miqyas dəyişməz qalır. Ancaq proyeksiyanın bir nöqtəsindən digərinə keçdikdə isə miqyas dəyişir. Bu vaxt a və b xüsusi miqyaslarındakı dəyişikliklər eyni miqdarda olur.

İstiqamət və bucaqlar çox sadə bir yolla ölçüldükləri üçün aviasiyada bərabərbucaqlı proyeksiyalardan geniş istifadə edilir.

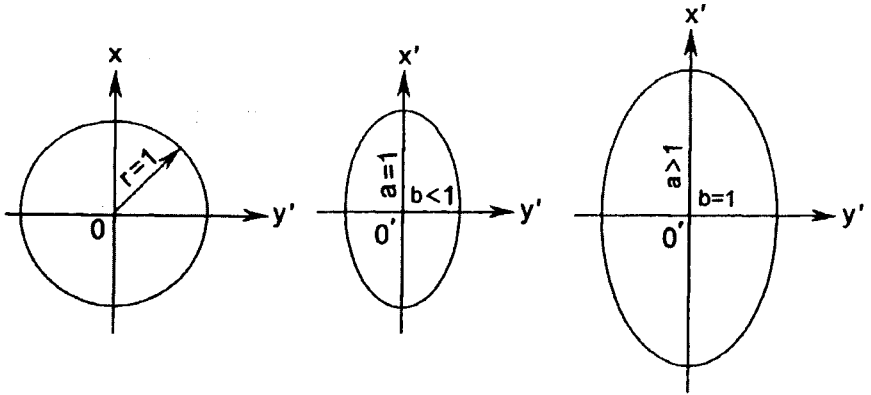
Bərabərbucaqlı proyeksiyaların xəritələrindən uçuşda istifadə edərkən bəzi kiçik konfigurasiyalı orientir əhəmiyyətli sahələri də təhrifsiz əks etdirmək lazımdır.

Çünki uçuşda vizual oriyentirləmə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İstiqamətlərin hər hansı birində xəttin uzunluğunda təhrif olmayan proyeksiyaya **bərabəraralı proyeksiya deyilir**. Yadda saxlamaq lazımdır ki, baş istiqamət o istiqamətə deyilir ki, təhrifi ellipsin böyük və kiçik yarımoxları ilə üst-üstə düşsün. Bərabəraralı proyeksiyalarda qlobusdan götürülmüş ən kiçik dairə müstəvidə ən kiçik bir ellips kimi əks olunur. Bu ellipsin yarımoxlarından biri dairə radiusuna bərabərdir, yəni ya $a=1, b \neq 1$ və ya $a \neq 1, b=1$ (şəkil 33).

$a \neq b$ olduqda proyeksiya bərabərbucaqlı deyil.

Əsas onu da qeyd edək ki, elə bir proyeksiya qurmaq lazımdır ki, bərabəraralılıq bütün istiqamətlərdə qalsın. Doğrudan da əgər belə bir proyeksiya qurmaq mümkün olsaydı, onda bu proyeksiyada bərabərbucaqlılıq, bərabərböyüklülük (müadillər) saxlanılardı, çünki

belə bir şərt ortaya çıxardı $a=b=1$, yəni bu proyeksiyada biz heç bir təhrifə rast gəlməzdik. Necə ki, qlobus səthini müstəvidə açanda qırıq aralılıq olan kimi.



Şəkil 33. Bərabəraralı proyeksiyalarda təhrif

Bərabəraralı proyeksiyalarda ən çox təhrifsiz meridianlara rast gəlmək olur. Belə olanda deyirlər ki, bu proyeksiya meridian üzrə bərabəraralıdır. Bu cür xəritələrdə meridian üzrə ölçülmüş məsafə Yer səthindəki (qlobusdakı) məsafəyə müvafiq olacaq.

Bəzi bərabərbucaqlı proyeksiyalarda təhrifsiz bir və ya iki paralel əks olunur. Bu halda demək olar ki, bu proyeksiya təhrifinin xarakterinə görə hər hansı bir paraleldə bərabərbucaqlı və bərabəraralıdır.

Bərabəraralı proyeksiyalar əsasən kiçik miqyaslı soraq xəritələrin və fəza ulduzları xəritələrinin tərtibində istifadə olunurlar.

Sahələrində təhrif olmayan proyeksiyalara **bərabər-böyük** (**ekvivalent**) **proyeksiyalar deyilir**, yəni xəritədə ölçülmüş fiqurun sahəsi Yer səthindəki sahəsinə bərabərdir. Qlobusda götürülmüş kiçik bir dairə müstəvidə kiçik bir ellips kimi əks olunacaq və sahəsi kiçik dairənin sahəsinə bərabər olacaq, yəni

$$\pi r^2 = \pi a b; \quad r^2 = ab \quad (104)$$

Kiçik dairənin radiusu birə (vahidə) (**r=1**) bərabər olarsa, proyeksiyanın bərabərböyüklüyü aşağıdakı düsturda əks olunacaq:

$$P = ab = 1 \quad (105)$$

Beləliklə, bərabərböyükli proyeksiyalarda baş istiqamətlə xüsusi miqyasların vurma hasili vahidə bərabərdir. Buradan

$$a = \frac{1}{b} \quad (106)$$

Nə qədər ki, **a≠b**, proyeksiya bərabərbucaqlı deyil, **a≠1, b≠1** proyeksiya bərabəraralı deyil.

Xətdə, bucaqda, sahədə təhrifi olan proyeksiyalara sərbəst proyeksiyalar deyilir.

Beləliklə, sərbəst proyeksiyalarda yuxarıda göstərilən şərtlərin heç birisinə əməl olunmur:

$$a \neq b, a \neq 1, b \neq 1, P = ab \neq 1 \quad (107)$$

Qlobusun müxtəlif nöqtələrində götürülmüş kiçik dairələr müstəvidə müxtəlif formada və böyüklükdə ellips şəklində əks olunacaqlar.

Naviqasiya məsələlərinin həllində, təyyarənin idarə olunmasında praktiki olaraq bucaq, xətt, sahələrin ölçülməsi bir xəritənin üzərində aparıldığı üçün sərbəst proyeksiyadan istifadə olunur.

Onu da qeyd etmək ki, heç bir proyeksiya eyni vaxtda həm bərabərbucaqlı, həm bərabəraralı və həm də bərabərböyüklükdə ola bilməz. Yuxarıda qeyd etdik ki, müstəvidə əks olunacaq Yer səthindəki sahənin kiçilməsi nəticəsində müstəvidə olunmanın təhrifi də azalır.

Yer səthinin kiçik sahələrini sərbəst proyeksiyalarda əks etdirəndə bucaqların, məsafələrin və sahələrin təhrifləri kiçik bir rəqəm olduğundan təyyarənin idarə olunması üçün həll olunan məsafələrdə onları nəzərə almamaq olar. Ona görə də sərbəst proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdən aviasiyada geniş istifadə olunur. Onu da qeyd etmək ki, ellipsdə baş istiqamətin təhrifi paralellərlə və meridianlarla üst-üstə düşərsə, onda bu bərabərlik haqlı olar.

$$a = m; \quad b = n$$

$m=n$ olarsa, onda proyeksiya bərabərbucaqlı; $m=1, n \neq 1$ və ya $m \neq 1, n=1$ bərabəraralı; $P=mn=1$ bərabərböyüklükdə; $m \neq n, m \neq 1, n \neq 1, P=mn \neq 1$ olarsa, sərbəst proyeksiyalı olacaq.

§31. Normal şəbəkədə meridian və paralellərin proyeksiyalarının təsnifatı

Proyeksiyaların təhrifinin xarakterinə görə təsnifatı bütün proyeksiyaları əhatə edir, ancaq onların xarakteristikasını tam vermir. Ona görə də təcrübədə (praktikada) proyeksiyaları öyrənəndə normal şəbəkəyə görə proyeksiyaların təsnifatından istifadə edilir.

Xəritələrin tərtibində sferik və ya geodeziya koordinat sistemində meridian və paralel şəbəkəsindən istifadə olunur. Müstəvidə (xəritədə) meridian və paralellərin əksi, kartoqrafiya şəbəkəsi yaradır ki, buna da **əsas deyilir**.

Əsasdan başqa kartoqrafiyada normal kartoqrafiya şəbəkəsindən də istifadə olunur.

Normal şəbəkə dedikdə, o kartoqrafiya şəbəkəsi başa düşülür ki, o proyeksiyada koordinat xətləri sadə olsun.

Aviasiyada istifadə olunan xəritələrin əksəriyyəti əsas şəbəkələri normal olan proyeksiyalarda tərtib olunurlar.

Bəzən o üst-üstə düşmə həyata keçirilmir və proyeksiyada başqa şəbəkə sadə görünüşlü olur ki, onu da kürənin səthində və ya ellipsoiddə qurmaq olar.

Xüsusi haldır ki, sferada belə şəbəkə ortodromik koordinat sistemində meridian və paralellər şəbəkəsi ola bilər. Koordinat şəbəkəsi müstəviyə müəyyən riyazi əməliyyatların nəticəsində keçirilir.

Çox vaxt kartoqrafiya proyeksiyalarının riyazi əməliyyatını izah etmək və həndəsi interpretasiya üçün köməkçi həndəsi səthdən – silindr və konusdan istifadə edilir.

Yerin səthi (qlobus) bu halda müəyyən üsulla köməkçi səthə keçirilir və sonradan müstəvidə açılır. Beləliklə, köməkçi səthin formasını qurma üsulunun dərəcəsi, görünüşü, xüsusiyyəti və normal kartoqrafiya şəbəkəsinin adı təyin edir.

Aviasiyada istifadə olunan xəritələri görünüşünə görə, normal şəbəkə və ya qurulma üsulundan asılı olaraq bütün proyeksiyaları əsas beş qrupa bölünür:

- konik;
- polikonik;
- silindrik;
- azimutal;
- xüsusi (riyazi qanun üsulu ilə qurulur).

Azimutal proyeksiyaların xüsusi halı perspektiv proyeksiyalardır. Nöqtənin görünmə vəziyyətindən asılı olaraq qlobusun mərkəzinə nisbətən dörd qrupa bölünürlər;

- mərkəzi;
- stereoqrafiki;
- xarici;
- ortoqrafik.

Köməkçi səthi oxunun qlobusun fırlanma oxuna nisbətən vəziyyətindən asılı olaraq bütün proyeksiyalar üç görünüşdə olurlar:

- normal (düz, qütb);
- çəpəki (üfüqi);
- köndələn (ekvatorial).

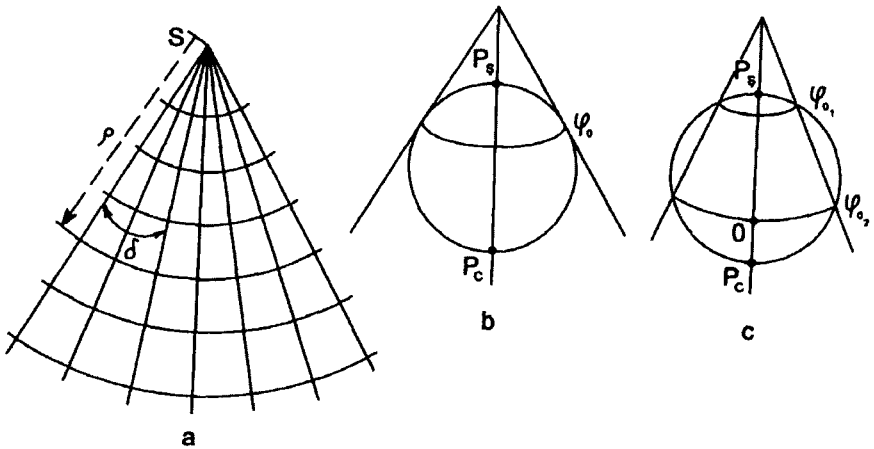
Bütün proyeksiyalarda köməkçi səth qlobusa toxunan və ya onu kəsən olur.

V FƏSİL

KONİK PROYEKSİYALARDA XƏRİTƏLƏR

§32. Konik proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat və onların təsnifatı

Qlobus səthinin konusun yan səthinə proyeksiyala-
nması və sonradan onun müstəviyə açılması konik
proyeksiyanı verir. Bu halda konus ya qlobus səthinə
toxunan və ya onu kəsənə toxunan ola bilər (şəkil 34).



Şəkil 34. Konik proyeksiyalar. a – meridian və paralellər şəbəkəsi;
b – toxunan konus səthinə proyeksiləndirmə; c – kəsən konus səthi-
nə proyeksiləndirmə

Konik proyeksiyalarda normal şəbəkədə meridian-
lar düz xətlə əks olunurlar. Meridianlar δ bucağı altında
qütb proyeksiyası S - də uzunluq dairələrinin propor-

sional fərqi $\Delta\lambda$ ilə, paralellər isə qütbün proyeksiyasının mərkəzində konsentrik dairə qövsələri ilə birləşirlər.

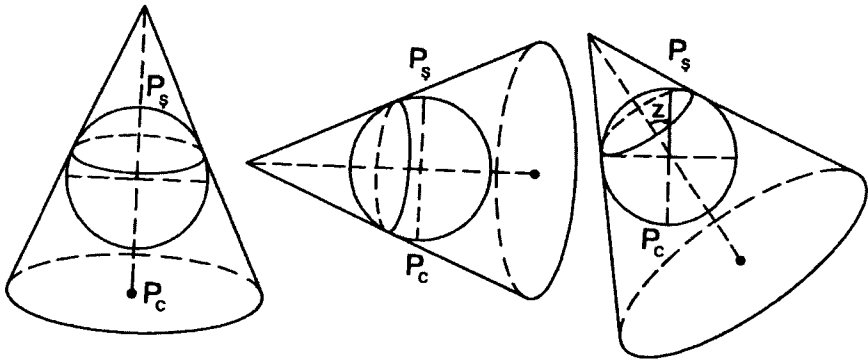
Bu vaxt paralellərin radiusu ρ en dairəsinin funksiyası olacaq, yəni

$$\left. \begin{aligned} \rho &= f(\varphi) \\ \delta &= \alpha \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (108)$$

burada:

α - proporsionallıq (tənasüblük) əmsəlidir.

ρ və δ kəmiyyətləri məlum olduqda kartoqrafiya şəbəkəsinin müstəvidə qurmaq olar. Bu halda köməkçi konus səthinə proyəsira etməyə ehtiyac qalmır.



Şəkil 35. Konik proyeksiyaların görünüşü

Konus oxu vəziyyətinin qlobusun fırlanma oxuna nisbətindən asılı olaraq bütün konik proyeksiyaları üç qrupa bölmək olar (şəkil 35).

- Konusun oxu qlobusun fırlanma oxu ilə üst-üstə düşən normallar;

- Konusun oxu qlobusun fırlanma oxuna perpendikulyar olan köndələnlər;

- çəplər, konusun oxu ilə qlobusun fırlanma oxu arasını təşkil edən z bucağı, yəni

$$\alpha^0 < z < 90^0 \text{ çəplər.}$$

Təyyarənin idarə olunmasında ən başlıca toxunan və ya kəsən proyeksiyalarda qurulmuş normal konik proyeksiyalardan istifadə olunur.

§33. Sadə konik proyeksiya

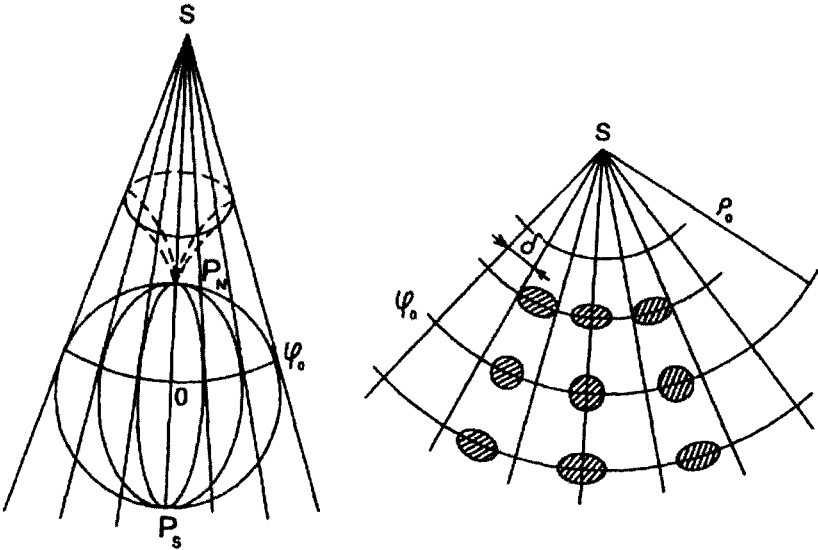
Sadə konik proyeksiyada normal şəbəkəni qurmağı aşağıdakı kimi izah etmək olar. Fərz edək ki, konus qlobus səthinə en dairəsi φ_0 olan paralellərlə toxunur (şəkil 36).

Qlobusda meridianlar – paralellər üzrə toxunan konus səthinə möhkəm polad çubuqla bağlanmış, paralellər isə – meridianların kəsişmə nöqtəsində rezin sapla bağlanıblar. Əgər meridianlar qütblərdə açılrsa, onda meridianlar düz xəttə dönərək öz uzunluğunu dəyişmədən konus səthinin yan tərəfində yerləşəcəklər. Bu vaxt paralellər isə (toxunan paraleldən başqa) dartılaraq konus səthinin yan tərəfində meridianlara perpendikulyar yerləşəcəklər.

Meridianın uzunluğu dəyişmədiyi üçün paralellər arasındakı məsafə qlobusda olduğu kimi bir-birinə bərabər qalacaq. Əgər konusun təşkil edən tərəfini bölüb və onu müstəvidə açsaq, onda biz sadə konik proyeksiyanın normal şəbəkəsini alarıq.

Proyeksiyada meridianın bir parçasının uzunluğu onun qlobusdakı müvafiq düz xətt şəklini almış qövsünə bərabər olduğu üçün meridian üzrə xüsusi miqyas vahidə bərabər olacaq ($m=1$). Beləliklə, sadə konik proyeksiyanın meridianları bərabəraralıdırlar.

Paralelləri qlobusdan konusun yan səthinə keçirəndə uzandığı üçün paralellər üzrə xüsusi miqyaslar bir rəqəmindən çox olur ($n>1$) və paralelin toxunanı şimala və cənuba doğru uzaqlaşdıqca artır.



Şəkil 36. Sadə konik proyeksiya

Əgər $m \neq n$, onda o proyeksiya bərabər bucaqlı deyil. Bu da o deməkdir ki, birinci xəritədə ölçülmüş bucaq yerdəki ona müvafiq bucağa bərabər deyil və ikinci qlobusda götürülmüş kiçik bir dairə bu proyeksiyada paralellərlə uzadılan ellips şəklində əks olunacaq. Ellipsin paralellərlə dartılması paralelin toxunanı şimala və cənuba doğru uzaqlaşdıqca artacaq.

Burada yalnız toxunan paralel istisnadır ki, $m=n=1$.

Bu paralelin bütün nöqtələrində sadə konik proyeksiya həm bərabər aralı, bərabər bucaqlı və həm də bərabər böyüklüklədir. Buna müvafiq olaraq qlobusdan götürülmüş kiçik bir dairə paralelin toxunmasında eyni böyüklükdə kiçik bir dairə kimi əks olunacaq. Xüsusi miqyasların m və n dəyişməsi xarakteri və bucaqların maksimal təhrifi 2ω sadə konik proyeksiyada paralel toxunmasının eni 55° ($\varphi_0=55$) 6-cı cədvəldə verilib. Cədvəldən görüldüyü kimi meridian və paralellərin hamısında uzunluğun toxunma təhrifi yoxdur. Paralelin toxunması şimala və cənuba doğru uzaqlaşdıqca paralellər üzrə uzunluğun və bucaqların təhrifləri çoxalır.

Uzunluğun maksimal qiyməti qütb nöqtəsində sonsuzluğa bərabər olacaq, hansı ki, bu proyeksiyada hər hansı bir dairənin qövsüdür, bu da normal şəbəkənin qurulması şəraiti ilə əlaqədardır (şəkil 36).

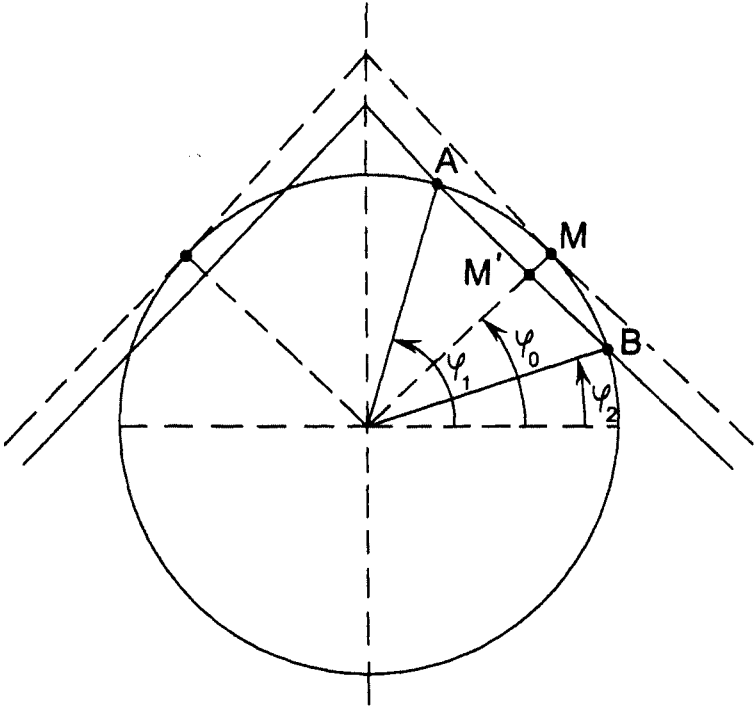
Cədvəl 6

φ^0	m	n	2ω
70	1	1,050	5°36'
65	1	1,019	2°08'
60	1	1,004	0°28'
55	1	1,000	0°00'
50	1	1,003	0°24'
45	1	1,013	1°32'
40	1	1,029	3°14'

Əgər təhrifi əks olunan sahədə təhrifi bərabər bölüşdürmək mümkün olsa, onda bu proyeksiya yaxşılaşa bilər. Kənar tərəflərin təhriflərini azaldıb, onun hesabına sahənin ortasındakı təhrifləri artırmaq da qlobus səthinin kəsən konusa köçürülməsi ilə həyata keçirilir (şəkil 37).

Bu halda φ_1 və φ_2 en dairələrinin paralellərlə kəsişmələri öz natural böyüklüyündə əks olunacaqlar ($n=1$). Bu paralellər arasındakı paralellər üzrə xüsusi miqyaslar vahiddən kiçik olacaq ($n<1$), onlardan kənardakılar isə vahiddən bir az böyük olacaq ($n>1$).

7-ci cədvəldə Vitkovskinin bərabəraralı konik proyeksiyasında kəsən konus üçün xüsusi miqyasların böyüklüyü və bucaqların maksimal təhrifi göstərilib.



Şəkil 37. Kəsən konusda konik proyeksiya

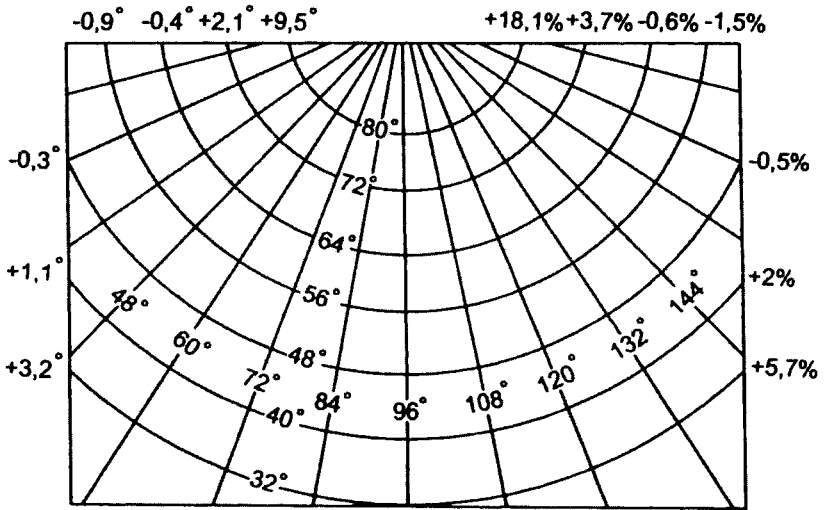
Cədvəl 7

φ^0	m	n	2ω
70	1	1,017	1°58'
65	1	0,993	0°46'
60	1	0,983	1°54'
55	1	0,983	1°58'
50	1	0,989	1°18'
45	1	1,000	0°00'
40	1	1,017	1°58'

40° və 70° en dairəsi paralellərlə məhdudlaşmış yer səthi qurşağını əks etdirəndə təhrifin (bölünməsində) paylanması bu proyeksiya əlverişli rol oynayır. Çünki, burada bucaq və məsafənin mütləq maksimal təhrifi çox azalıb ($v \leq 1,7\%$, $2\omega \leq 1058'$). Normal bərabərərli konik proyeksiyalar o ərazilərin əks olunmasında əlverişlidir ki, onlar orta en dairəsində paralellər üzrə yerləşsin. Sadə konik proyeksiyaların xəritələri çox çatışmamazlığa məruz qaldıqları üçün (bucaq və xətlərin böyük təhrifləri) naviqasiya məsələlərinin həllinə yarırlar. Aviasiyada onlardan yalnız arayış kitabçası üçün istifadə olunur. Nadir hallarda bu proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələrdən bort xəritəsi kimi istifadə olunur.

Uzaq məsafələrə uçan ağır təyyarələrdə baş miqyası 1:8000000 olan xəritələrdən konsultativ (məsləhətçi) kimi istifadə olunur. Meridian üzrə xüsusi miqyası vahidə bərabər olan ($n=1$), paralellər üzrə isə 56° en dairəsində 0,985-dən, 80°-də 1,181-ə qədər dəyişir.

Xətti və bucaq təhrifləri en dairəsindən asılıdır. Ona görə bərabər təhrifli xətlər paralellərlə üst-üstə düşür. Təhrifin yayılması (şəkil 38) sxemi xəritənin cənub çərçivəsində verilib.



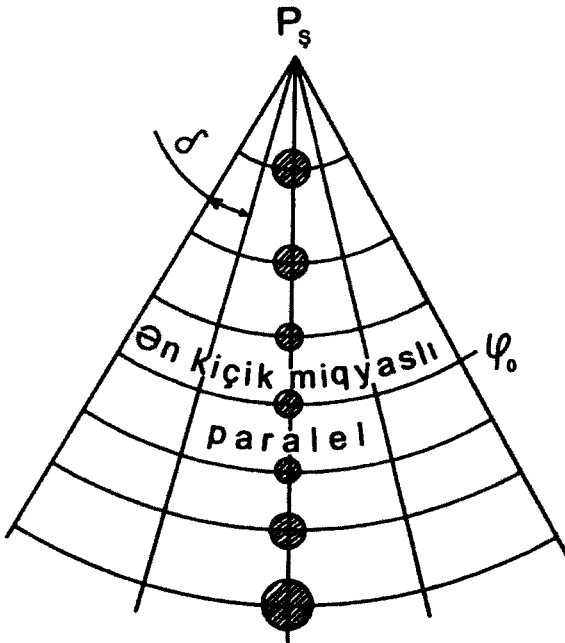
Şəkil 38. 1:8000000 miqyaslı xəritədə təhrifin yayılması sxemi

§ 34. Normal düzbucaqlı konik proyeksiya

Sadə konik proyeksiyanın əsas çatışmayan cəhəti bucaqlarının bir-birinə bərabər olmamasıdır ki, bu da bu proyeksiyanın naviqasiyada tətbiqini məhdudlaşdırır. Ona görə sadə konik proyeksiyanı bərabərbucaqlıya çevirmək üçün meridianları da meridianın ən kiçik parçalarını paralellər kimi xəritənin hər bir nöqtəsində dartmaq lazımdır.

Nəticədə meridianların xüsusi miqyasları paralellərin xüsusi miqyaslarına bərabər olacaq, yəni proyeksiyanın bərabərbucaqlılıq şərti yerinə yetiriləcək: $m=n$. Yenedə, meridianlar normal şəbəkədə (şəkil 39) düz xətlə

$\delta = \alpha \cdot \Delta\lambda$ bucağı altında qütb proyeksiyasında paralellər isə konsentrə olmuş dairələrin qövsləri ilə əks olunacaqlar.



Şəkil 39. Bərabər bucaqlı konik proyeksiyada normal şəbəkə

Toxunma paralellərdən uzaqlaşdıqca meridianlar üzrə xüsusi miqyaslar m böyüyür, paralellər arası məsafə artır. Qlobusda götürülmüş kiçik bir dairə proyeksiyada dairə kimi əks olunacaq. Ancaq onun radiusu toxunan paraleldən uzaqlaşdıqca artacaq.

Xüsusi miqyasların və bucaqların təhrifi $\varphi_0 = 55^\circ$ olanda 8-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 8

φ°	$m=n$	2ω
70	1,042	0°00'
65	1,017	0°00'
60	1,004	0°00'
55	1,000	0°00'
50	1,004	0°00'
45	1,014	0°00'
40	1,032	0°00'

Bu proyeksiyanın xüsusi miqyas cədvəlini sadə konik proyeksiya cədvəli ilə müqayisə etdikdə görürük ki, meridianlar üzrə xüsusi miqyaslar dəyişdiyi kimi paralellərində xüsusi miqyasları dəyişir. Bu onunla izah olunur ki, meridianların dartılmasında eyni en dairəsində olan iki nöqtə arasındakı məsafə azalır, bu da paralellər üzrə xüsusi miqyasın böyüməsinə gətirir.

8-ci cədvəldən görünür ki, əks olunan sahənin kənar tərəflərində təhrif 4,2%-ə qədər artır. Ona görə də bərabərbucaqlı konik proyeksiyaları kəsən konusla tərtib edirlər (yaradırlar). Nəticədə bərabərbucaqlılıq saxlandıqda uzunluğun maksimal təhrifi azalır. Kavrayski proyeksiyasında xüsusi miqyasın kəmiyyətləri 9-cu cədvəldə verilib.

Cədvəl 9

φ°	$m=n$	2ω
70	1,018	0°00'
65	0,996	0°00'
60	0,985	0°00'
55	0,985	0°00'
50	0,988	0°00'
45	0,999	0°00'
40	1,018	0°00'

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, yer səthindəki əks olunan zolaq kiçildikcə xəttin maksimal təhrifi nəzərə qarpan qədər azalır. Məsələn, kəsən konusda 1:2000000 bort aeronaviqasiya xəritəsində 48° və 58° -dən keçən paralel en dairəsindəki 46° -dən 60° -yə qədər olan zolağı əhatə edir ($\Delta\varphi=14^\circ$). Kənar və orta paralellərdə xəttin maksimal təhrifinin mütləq qiyməti 0,34% keçmir. Bu o deməkdir ki, bu xəritədə məsafəni adi xətkəşlə ölçəndə hər 100 km məsafədə 340 m səhv etmək olar.

Naviqasiya məsələlərinin bir çoxunun həllində bu səhvə yol verilir və o təhlükəli deyil. Yuxarıda göstərilən xəritədən başqa bu proyeksiyada tərtib olunublar:

- 1:1000000 və 1:2000000 miqyaslı mülki aviasiya trassı üçün marşrut-uçuş xəritəsi;
- 1:1000000 miqyaslı blank xəritəsi;
- 1:2500000 miqyaslı strateji xəritə və s.

Düzbucaqlı çərçivədə tərtib olunmuş 1:4000000 miqyaslı xəritələr xüsusi diqqəti özünə cəzb edir. Bu miqyaslı xəritələrin hər birində 24° en dairəsi və 36° uzunluq dairəsi olan ərazi əks olunur. Hər bir xəritə vərəqi qonşu vərəqlərlə bir-birini örtükləri üçün onlardan yapışdırılmamış istifadə olunur. Xəritə vərəqinin əsas hissəsində kənar paralellərdə xətt təhrifi 1,3% çox olmur.

Xəritə vərəqinin işlək hissəsində təhrif 1%-dən azdır, yəni hər 100 km-də səhv 1 km-dən azdır.

Təyyarənin idarə olunması üçün məsələlərin həllində bu təhrif nəzərə alınmır.

§ 35. Meridianların kəsişməsi bucağı

Bu fəslin əvvəlində dedik ki, istənilən konik proyeksiyanın normal şəbəkəsini tənliklər sistemində hesablamaq olar:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= f(\varphi); \\ \delta &= \alpha \cdot \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (109)$$

Bu tənlik sistemi riyazi kartoqrafiya kurslarında geniş tətbiq olunur. Naviqasiya hesablamalarında praktiki maraq doğuran meridianların hansı bucaq altında δ toplanmasıdır. 40-cı şəkildən görünür ki, tərəfləri qarşılıqlı bir-birinə perpendikulyar olduqları üçün MOF və OSM bucaqlara bir-birinə bərabərdirlər.

Qlobusda paralelin toxunma radiusunu r aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$r = R \cdot \cos \varphi_0 \quad (110)$$

Proyeksiyada paralelin toxunma radiusu ρ_0 bu düsturla tapılır:

$$\rho_0 = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \quad (111)$$

AB qövsünün uzunluğu isə aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\left. \begin{aligned} \cup AB &= r \cdot \Delta\lambda = R \cos \varphi_0 \cdot \Delta\lambda; \\ \cup AB &= \rho_0 \delta = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \cdot \delta \end{aligned} \right\} \quad (112)$$

Alınmış ifadənin sağ tərəflərini bərabərləşdirib belə yazıla bilər:

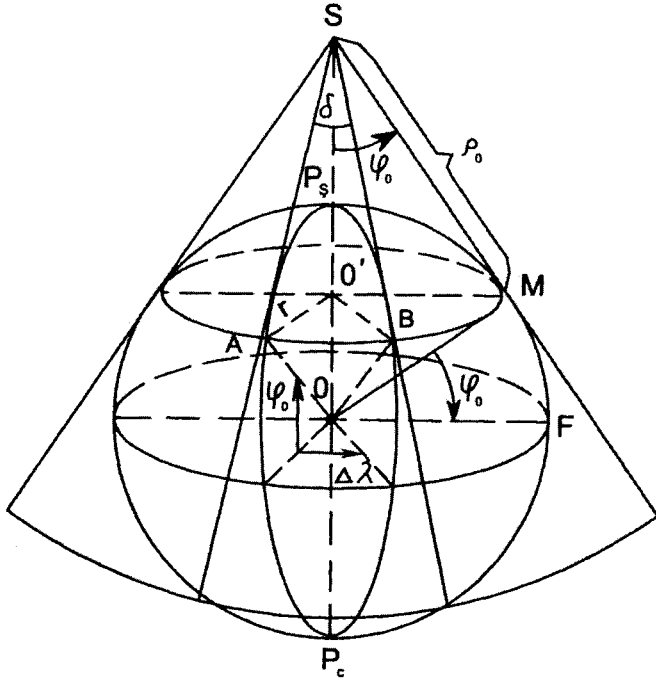
$$R \cdot \cos \varphi_0 \Delta\lambda = R \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \delta \quad (113)$$

buradan:

$$\delta = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi_0 \quad (114)$$

114-cü düsturdan görüldüyü kimi, paralelin toxunma bucağı φ_0 en dairəsi azalanda o da azalır meridianların toplanma (kəsişmə) bucağı δ -da.

Əgər $\varphi_0 = 0^\circ$ olarsa, onda konus ekvator böyü qlobusa toxunan olmalıdır. O da o vaxt mümkündür ki, konus dönüb olsun silindr. Buradan belə çıxır ki, silindrik proyeksiyalarda normal şəbəkəli meridianların toplanması bucağı sıfıra bərabər olacaq. Çünki $\sin \varphi_0 = \sin 0^\circ = 0$. Ona görə normal şəbəkədə meridianlar düz paralellərlə əks olunacaqlar.



Şəkil 40. Meridianların toplaşma bucağı

Paralelin toxunma bucaq φ_0 en dairəsi artanda (şəkil 40) OSM konusun başındakı bucaq çoxalaraq və $\varphi_0=90^\circ$ olduqda konus müstəviyə çevriləcək. $\sin 90^\circ=1$ olduğu üçün azimutal proyeksiyalarda 114-cü düstura əsasən meridianların toplaşması bucağı δ uzunluqlar fərqi bərabərdir ($\delta=\lambda$).

Qlobus səthinin kəsən konusun yan səthinə (şəkil 38) keçirilməsində 114-cü düstur aşağıdakı şəkli alacaq:

$$\delta = \Delta \lambda \sin \varphi_{or} \quad (115)$$

burada

$$\varphi_{or} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

Konik proyeksiyalarda tərtib olunan aeronaviqasiya xəritələrində paralellərin kəsişməsi xəritə vərəqinin orta paralelindən bərabər məsafədə olurlar. Beləliklə, bu xəritələrdə meridianların toplaşması bucağının hesablanmasında, φ_{or} kəmiyyəti xəritə vərəqinin orta paralelindəki enə bərabərdir. Onu da qeyd edək ki, 114-cü düsturda φ_0 və 115-ci düsturda φ_{or} normal konik proyeksiyadakı xəritənin istənilən vərəqində ən kiçik xüsusi miqyasın paralelinin eninə bərabərdir.

§ 36. Bərabərbucaqlı konik proyeksiyadakı xəritələrdə yol xəttinin və xətt vəziyyətinin çəkilməsi

Məlumdur ki, Yer kürəsi səthindəki xəttin vəziyyətini və yol xətlərinin həndəsi vəziyyətlərini məlum riyazi tənliklərlə təsvir etmək olar. Bu tənliklərdən və proyeksiya tənliklərindən istifadə edərək riyazi asılılığı tapmaq olar. Bu asılılıq istənilən proyeksiyada yol xətlərinin və xətt vəziyyətinin həndəsi xüsusiyyətini əks etdirir. Bu riyazi asılılıq əsasında xəritədə yol xəttinin və xəttin vəziyyətinin çəkilməsi üsulları tapılır.

Ortodromiya. Bərabərbucaqlı konik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə ortodromiya çox qəliz bir əyridir. Bu da böyük radiuslu dairələrlə çox yaxındır. Bununla əlaqədar ortodromiyanın uzunluğu 1500-2000 km olduqda praktiki məqsəd üçün dəqiq demək olar ki, xəritədəki A və B nöqtələrindəki ortodromiya və düz xətlər aralarındakı u bucaqları bir-birinə bərabərdir (şəkil 41).

u bucağının qiyməti bu düsturla hesablanır:

$$u \approx \frac{\Delta\lambda}{2} (\sin \varphi_{or} - \sin \varphi_0) \quad (116)$$

burada:

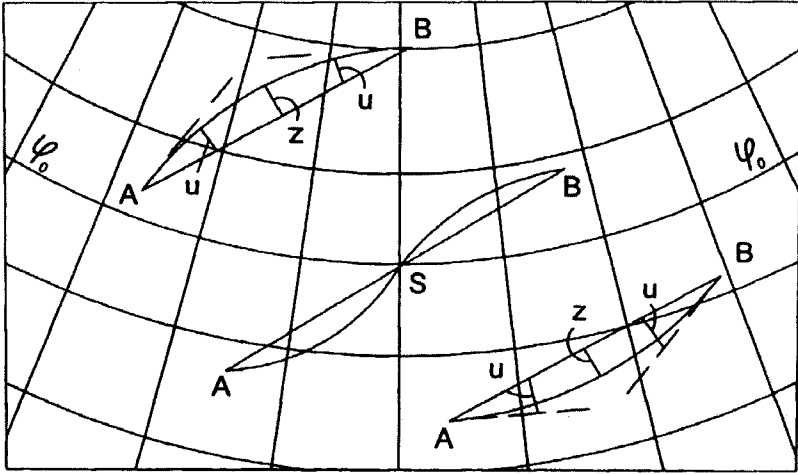
$\Delta\lambda$ - ortodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrinin uzunluqları fərqidir.

$$\varphi_{or} = \frac{\varphi_A + \varphi_B}{2}$$

φ_0 – ən kiçik miqyaslı paralelin en dairəsidir.

116-cı düsturdan görünür ki, ortodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrinin uzunluq dairələri arasındakı fərq $\Delta\lambda$ nə qədər çox olarsa və ortodromiyanın orta en dairəsi nə qədər ən kiçik xüsusi miqyaslı paralelin en dairəsindən fərqlənərsə u bucağı da bir o qədər çox olacaq.

Ortodromiya öz qabarıqlığı ilə həmişə böyük xüsusi miqyas tərəfə yönəlib (şəkil 41).

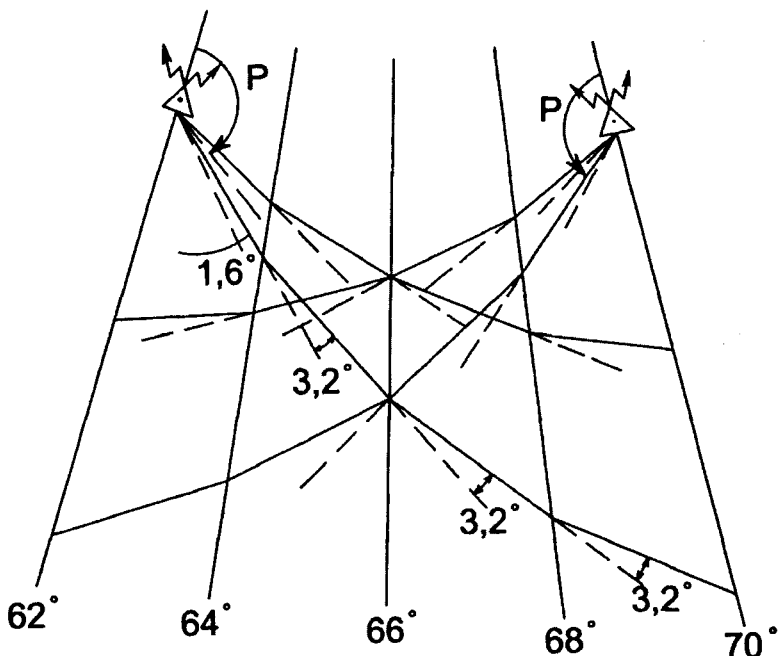


Şəkil 41. Bərabər bucaqlı konik proyeksiyadakı xəritədə ortodromiyanın əksi

Paralellərin ortodromiyanın ən kiçik xüsusi miqyasın kəsişməsindəki döngə nöqtəsi düz xəttin paralellə φ_0 kəsişdiyi nöqtədə üst-üstə düşür. O vaxt üst-üstə düşürlər ki, A və B nöqtələri göstərilən paraleldən eyni (uzaqlıqda) məsafədə olsunlar.

En dairəsinin diapazonu böyük olan xəritələrdə işləyəndə (ortodromiya φ_0 paralelindən çox uzaqda olduqda) və ortodromiyanın uzunluğu 1000 m-dən çox olanda u bucağı həddi (maksimum) qiymətə çatır. Təy-yarənin olduğu yeri tapmaq üçün yerüstü pelenqatordan istifadə edəndə ortodromik xəttin radiopelenqi düz xətt şəklində çəkilir (şəkil 42). Ancaq bu vaxt u bucağına düzəliş də nəzərə almaq lazımdır. Əgər o düzəliş bir də-

rəcə və bir dərəcədən çoxdursa ($u \geq 1^0$). u düzəlişinin işarəsi təyyarə və pelenqatorun bir-birinə nisbətən vəziyyətindən və ən kiçik miqyaslı paralelin vəziyyətindən asılıdır.



Şəkil 42. Bərabərbucaqlı konik proyeksiyadakı xəritədə ortodromik pelenqlərin xətləri

u düzəlişinin işarəsini düzgün tapmaq üçün uzunluq fərqi $\Delta\lambda$ 116-cı düsturla hesablamaq lazımdır:

$$\Delta\lambda = \lambda_r - \lambda_p \quad (117)$$

burada: λ_r - təyyarənin uzunluq dairəsi;
 λ_p - pelenqatorun uzunluq dairəsi.

u düzəlişi təyyarə uçuşa hazırlananda hesablanır və qeyd olunur ki, təyyarənin hansı rayonda nəzərdə tutulmuş yerinin yerüstü pelenqatorla pelenqi tapılsın.

10-cu cədvəldə təyyarənin olduğu yerin yerüstü pelenqatorla pelenqini radius istiqamətində (radial) hansı orta kvadrat səhvlə tapılması verilib (şəkil 42). Hesablama təyyarənin idarə olunması kursunun düsturu ilə aparılmışdır.

$$r = 0,017 \frac{u}{\sin \varphi} \sqrt{S_1^2 + S_2^2} \quad (118)$$

burada: φ - xəritədə pelenqlərin kəsişdikləri bucaq;
 S_1 və S_2 - pelenqatorlardan təyyarəyə qədər olan məsafələrdir.

Cədvəl 10

φ^0	R kəmiyyəti, km-lə $S_1=S_2$ olduqda			
	1000		1500	
	$u=1^0$	$u=2^0$	$u=1^0$	$u=2^0$
90	24	48	81	162
60	27	54	94	186
30	48	96	162	324

10-cu cədvəldən görünür ki, pelenqatora qədər məsafə artanda u düzəlişi nəzərə alınmadıqda təyyarənin yerini tapmaq böyük səhvlərlə həyata keçirilir. Bu səhvləri azaltmaq üçün imkan daxilində iki əl pelenqator seçmək ki, onların pelenqləri 90^0 -dən 60^0 -yə qədər bucaq

altında kəsişsinlər. Xəritədə marşrutu çəkəndə onun ortodromik etaplarını düz xətlərlə əvəz edirlər.

Bu vaxt ortodromiyanın düz xətdən yan xəttə meyl etməsinə xüsusi diqqət yetirilməlidir (şəkil 41), hansı ki bu düsturla hesablanır.

$$l = \frac{S\Delta\lambda}{460}(\sin\varphi_{or} - \sin\varphi_o) \quad (119)$$

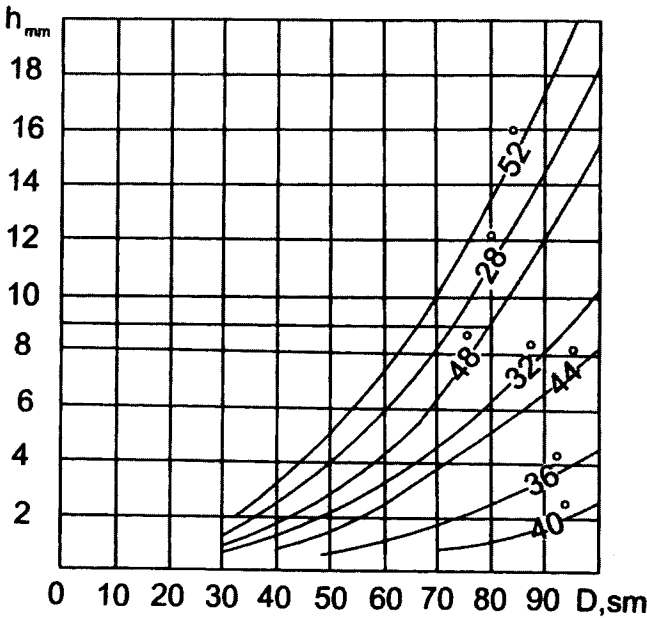
119-cu düstundan görünür ki, S və $\Delta\lambda$ verilmiş qiymətləri daxilində ortodromiya orta nöqtəsinin ən dairəsinin sinuslar fərqi və ən kiçik miqyaslı paralellər fərqi çox olarsa, bir o qədər də l çox olacaq. Beləliklə, düz xətdən ən çox meylətmə o vaxt çox olur ki, ortodromiya xəritə vərəqindəki axırını paralellərin kənarından keçsin. Əgər l kəmiyyəti həddi rəqəmi keçərsə, onda ortodromiyanı qırıq xətlə əvəz edirlər. Onun üçün l uzunluğunu hesablayıb xəritədəki düz xəttin ortodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrinin ortasında ayırmaq lazımdır. Onun üçün l parçasının axırını ortodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtəsi ilə birləşdirdikdə alınmış sınıq xətt ortodromiyaya çox yaxın olacaq.

l -in meyl etməsi xüsusi hal kimi 11-ci cədvəldə verilib: xəritənin miqyası 1:4000000, $\varphi_o=40^\circ$, ortodromiyanın orta eni $\varphi_{or}=52^\circ$, ortodromiya öz istiqamətində paralelə yaxındır.

Cədvəl 11

$\Delta\lambda^\circ$	S, km	l, km
20	1335	9
30	2000	18
40	2670	33

Cədvəldən göründüyü kimi, ortodromiyanın uzunluğu 1500-2000 km və daha çox olanda onun yan xəttinin düz xətdən meyl etməsi böyükdür, ona görə bəzi halarda onlar nəzərə alınmalıdırlar. 1:4000000 miqyaslı xəritələrdə düzbucaqlı çərçivələrdə ortodromiyanın əyilmə (qiymətli) dərəcəsi verilir (şəkil 43).



Şəkil 43. 1:4000000 miqyaslı xəritələrdə ortodromiyanın əyilməsini tapmaq üçün qrafik

Ortodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrini və ortodromiyanın en dairəsi üzrə orta nöqtəsini birləşdirən D sm-lə, düz xətti üzrə əyilmə kəmiyyəti h mm-lə tapılır.

Əgər ortodromiya paraleli ən kiçik miqyasda kəsirsə (şəkil 41), onda əyilmə h ortodromiyanın hər bir hissəsi üçün tapılmalıdır.

Loksodromiya. Bərabərbucaqlı konik proyeksiyalardakı xəritələrdə loksodromiya loqarifma spiralinin qövsü kimi əks olunur. Dəqiq çəkməni yalnız ara nöqtələrin koordinatları ilə həyata keçirmək olar. Loksodromiyanın ara nöqtələrinin koordinatlarını ya analitik hesablamaq və ya merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritədən tapmaq olar.

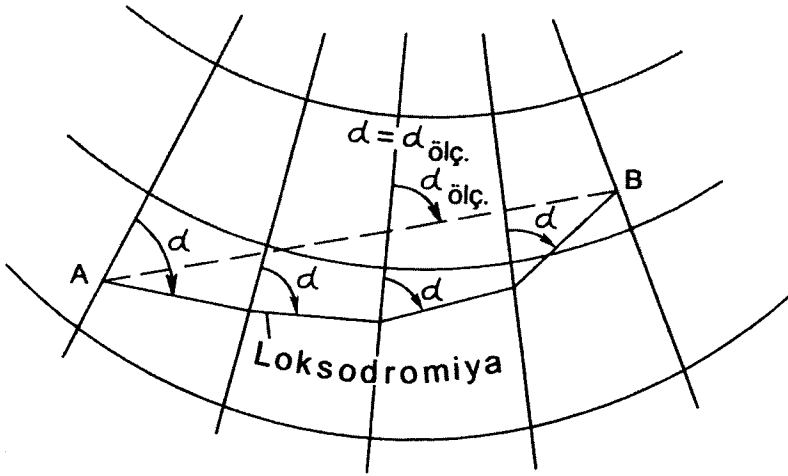
Təyyarənin idarə olunması praktikasında (təcrübəsində) loksodromiya əsas yol bucağı α sınıq xətlərlə çəkilir (şəkil 44).

Loksodromiyanın yol bucağını təxmini düsturla hesablamaq olar:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \cdot \cos \varphi_{or} \quad (120)$$

burada φ_1 , λ_1 və φ_2 , λ_2 – loksodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrinin koordinatları;

$$\varphi_{or} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$



Şəkil 44. Orta meridianda ölçülmüş yol bucağına əsasən loksodromiyanın çəkilməsi

Loksodromiyanın yol bucağı α ən çox qrafiki üsulla tapılır. Onun üçün xəritədə loksodromiyanın başlanğıc və sonuncu nöqtələrini A və B-ni düz xətlə birləşdirib, (şəkil 44) sonra o xətti yarıya bölüb onun istiqamətini orta nöqtədə ölçüb, ölçülmüş α -nı loksodromiyanın yol bucağı α qəbul edirlər. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, orta meridianda ölçülmüş bucaq loksodromiyanın həqiqi yol bucağından fərqlənir. Ancaq loksodromiyanın uzunluğu 1000-1500 km-ə qədər çəkilmiş sınıq xətt sonuncu B nöqtəsinə yaxın gəlir.

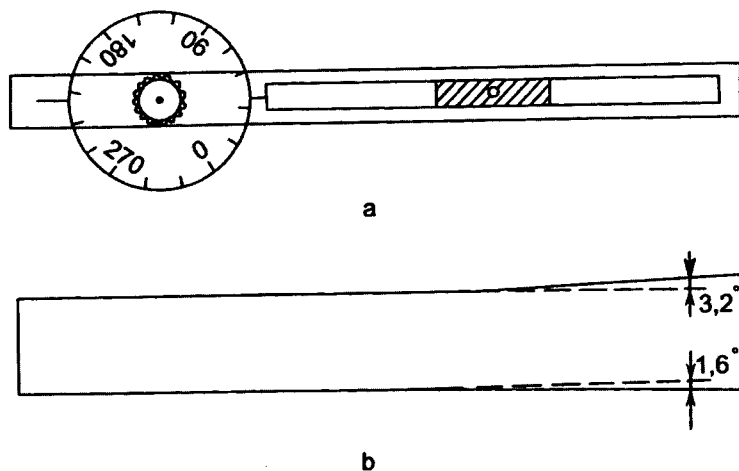
Bərabər azimutlu xətt. Bərabər azimutlu xətlər bərabərbucaqlı konik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə çox mürəkkəb bir əyridir. Onu dəqiq yalnız nöq-

tələrlə qurmaq olar, yeni koordinatlarla. Tədqiqatlar göstərdi ki, bərabər azimutlu xətlər radiostansiyadan 1500 km-ə qədər məsafədə olarsa, onda onların cizgiləri dairəyə oxşar olacaq. Çünki bərabərbucaqlı konik proyeksiyada ortodromiya 1500 km-ə qədər məsafədə düz xəttə çox yaxındır. Bərabər azimutlu xətlərin hər bir nöqtəsində (şəkil 24) ölçülmüş pelenq **P** bu proyeksiyada bucaq kimi götürülə bilər. Bu bucaq iki düz xəttin – **M** nöqtəsinin meridianı və **BM** ortodromiyanın kəsişməsi bucağıdır (şəkil 47). Bunun nəticəsində bərabər azimutlu xətti **PMB** üçbucağında M_1 , M_2 zirvələrin həndəsi yeri **M** zirvəsində eyni **P** bucağı və ümumi əsası **PB** olan əvəz edəcək. Bu cür xüsusiyyətə yalnız dairə malikdir.

Uçuşa hazırlananda xəritədə dairənin hamısını çəkmirlər. Dairənin o hissəsi çəkilir ki, o radiostansiyanın təsiri radiusunda olsun. Onun üçün **M.F.Qorşkovun** və ya **N.F.Kudryavtsevin** çəkmə alətindən istifadə olunur (şəkil 45).

Qorşkovun (şəkil 45, a) çəkmə aləti transportir və xətkəşin bir-birinə vintlə bağlanmalarının kombinasiyasıdır. Xətkəşin daxilində iynəli karetka (val) var. Bərabər azimutlu xətlər çəkiləndə transportir lazımi pelenqdə xətkəşin (riskinin) xəttinin əksinə qoyulur və vintlə bağlanır, karetka iynə ilə qoyulur radiostansiya nöqtəsinə. Xətkəş transportirlə karetkaya nisbətən o qədər yerin dəyişir ki, transportirin $0-180^\circ$ xətti meridianla üst-üstə düşsün. Sonra karandaşla transportirin ortasındakı

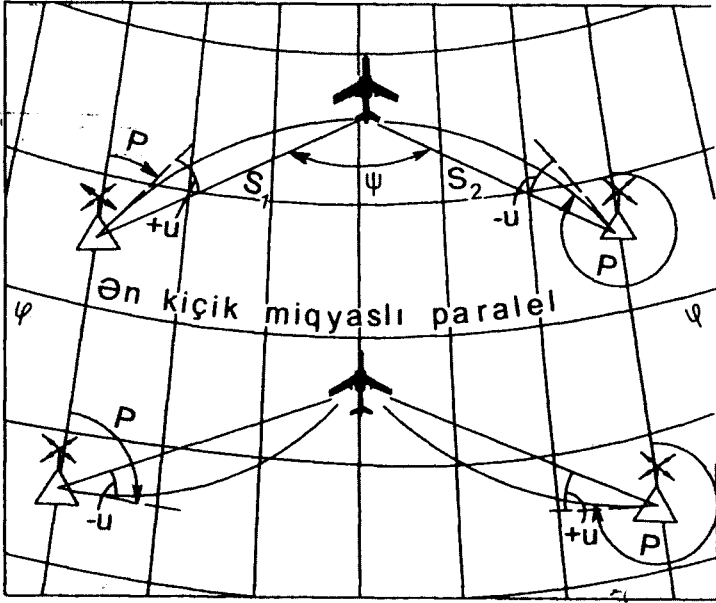
deşikdən xəritədə nöqtə qoyulur. Eyni qayda ilə başqa meridianlarda da nöqtələr qoyulur. Həmin o nöqtələri hamar xətlə birləşdirib bərabər azimutlu xətti alırıq.



Şəkil 45. M.F.Qorşkovun (a) və N.F.Kudryavtsevin (b) çəkmə alətləri

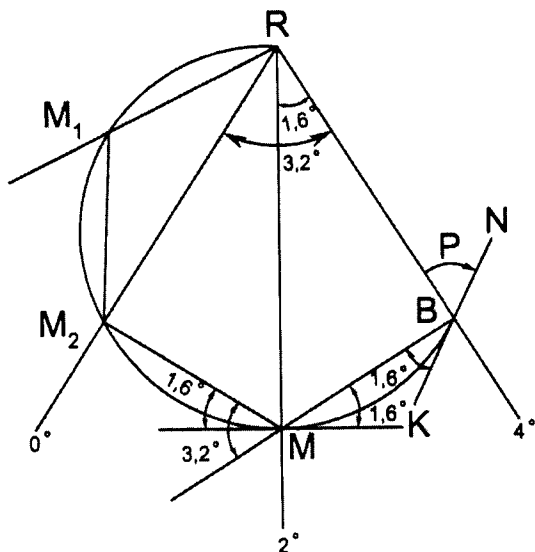
N.F.Kudryavtsevin çəkmə cihazı şablondur (şəkil 45, b), imkan verir ki, $1,6^\circ$ və $3,2^\circ$ bucağı ayırıb qeyd edəsən. Bu cihaz ona hesablanıb ki, araları 2° olan meridianlarda ardıcıl bərabər azimutlu xətlərin xordlarını çəkəsən. Birinci parça (şəkil 46) N.F.Kudryavtsevin çəkmə cihazı ilə pelenq xəttinə $1,6^\circ$ bucaq altında ayrılır. Çünki KN (şəkil 47) toxunanı və BM xordu arasındakı bucaq, meridianların toplaşması BRM bucağına bərabərdir. İkinci və qalan bütün parçalar əvvəlkilərə nisbətən

tən $3,2^\circ$ altında qeyd olunurlar. (iki xord arasındakı bucaq $1,6^\circ \times 2 = 3,2^\circ$).



Şəkil 46. N.F.Kudryavtsev çəkmə cihazı ilə bərabər azimutlu xətlərin çəkilməsi

Beləliklə, bərabər azimutlu xətlər tərəfləri bir-birinə bərabər olan çoxbucaqlı kimi əlavə olunacaqlar. Çünki onların hamısı xord qövsləridirlər, meridianların toplanması. Verilmiş rayon ərazisində uçuşa hazırlananda hər bir radiostansiya üçün xəritədə öz rəngində bərabər azimutlu xətlər şəbəkəsi əks olunur. Uçuşda təyyarənin olduğu yeri tapmaq üçün radiokompasla iki radiostansiyanın pelenqini və xəritədə müvafiq bərabər azimutlu xətlərin kəsişmələrini tapmaq lazımdır.

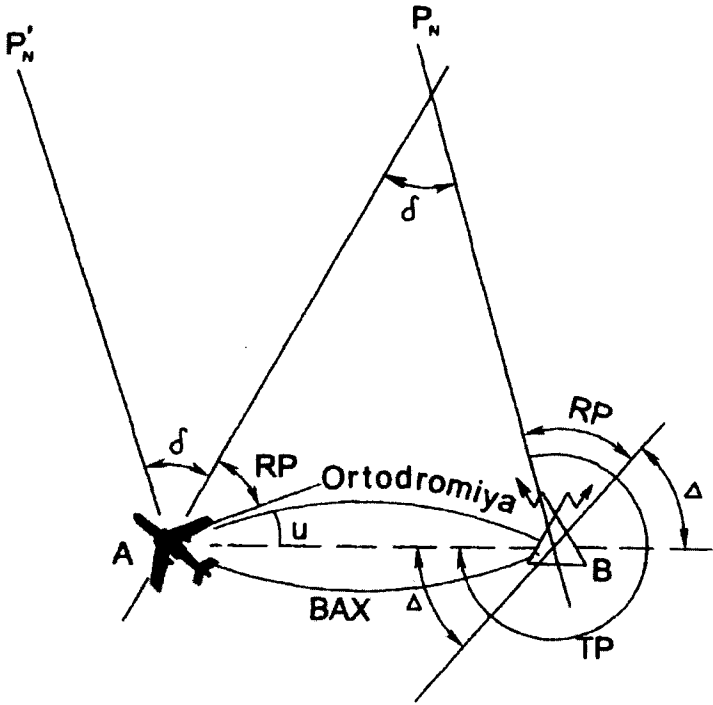


Şəkil 47. Bərabər azimutlu xətlərin çəkilməsində meridianların toplanması bucağının hesaba alınması

Əgər təyyarənin uçuşuna hazırlıqda bərabər azimutlu xətlər xəritəyə keçirilməyibsə onda çox vaxt lazım olur ki, təyyarənin olduğu yeri radiostansiyanın pelenqi ilə tapasan. Onda bərabər azimutlu xətlər radiostansiyadan təyyarəyə qədər çəkilən düz xətlə əvəz olunurlar (şəkil 48).

Təyyarənin uçuşunda meridiaana nisbətən radiokompasın köməkliyi ilə radiostansiyanın pelenqi RP, xəritədə isə meridiandan radioastansiyaya qədər təyyarənin pelenqinə bərabər olan TP bucağı aşağıdakı düsturla tapılır:

$$TP = RP \pm 180^\circ \pm \Delta \quad (121)$$



Şəkil 48. Bərabər azimutlu xətlərin düz xətlə əvəz olunması

48-ci şəkildən:

$$\delta + RP + u = RP + \Delta$$

buradan:

$$\Delta = \delta + u \quad (122)$$

Ancaq:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \Delta \lambda \cdot \sin \varphi_o \\ u &= \frac{\Delta \lambda}{2} (\sin \varphi_{or} - \sin \varphi_o) \end{aligned} \right\} \quad (123)$$

Ona görə

$$\Delta = \Delta\lambda \sin \varphi_o + \frac{\Delta\lambda}{2} \sin \varphi_{or} - \frac{\Delta\lambda}{2} \sin \varphi_o \quad (124)$$

və ya

$$\Delta = \frac{\Delta\lambda}{2} (\sin \varphi_{or} + \sin \varphi_o) \quad (125)$$

Δ düzəlişinin işarəsi uzunluq dairələrinin fərqi ilə $\Delta\lambda$ tapılır:

$$\Delta\lambda = \lambda_r - \lambda_t \quad (126)$$

burada

λ_r – radiostansiyanın uzunluq dairəsi;

λ_t – təyyarənin uzunluq dairəsi

Radiostansiyalara qədər olan kiçik məsafələrdə (500-700 km) μ düzəlişinə diqqət yetirilmir (ortodromiya əyriliyi nəzərə alınmır) və sair:

$$\Delta = \delta = (\lambda_r - \lambda_t) \sin \varphi_o \quad (127)$$

Onda 121-ci düsturu belə yazmaq olar:

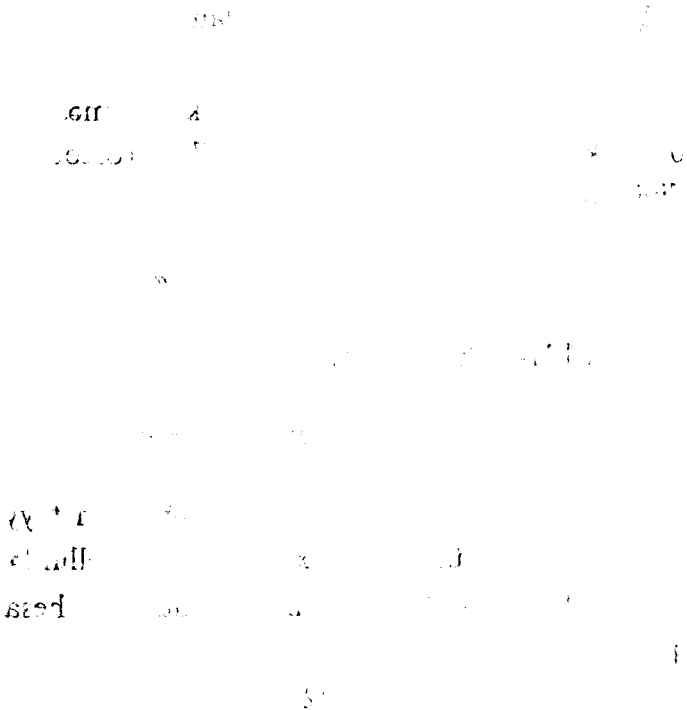
$$TP = RP \pm 180^\circ + \delta \quad (128)$$

Orta en dairəsində $\sin \varphi_o \approx 0,8$ olduğundan təyyarənin idarə olunması üçün bir çox məsafələrin həllində meridianların toplaşma bucağı δ -ni sadə düsturla hesablamaq olar:

$$\delta = 0,8 (\lambda_r - \lambda_t) \quad (129)$$

Bərabərməsafəli xətlər bərabər bucaqlı konik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə çox mürəkkəb bir əyrilərlə əks olunur. Dəqiq yalnız nöqtələrlə qurmaqla əks etdirmək olar. Ancaq təyyarənin idarə olunmasında naviqasiya məsələlərinin həlli üçün bərabər məsafəli xətlərin radiusu 1000 km-ə qədər olanda onları dairə kimi qurmaq olar.

Məsafə fərqləri bərabər xətlər bərabər bucaqlı konik proyeksiyalardakı xəritələrdə çox qəliz əyrilərlə əks olunurlar və onlar nöqtələrlə qurulurlar.



VI FƏSİL

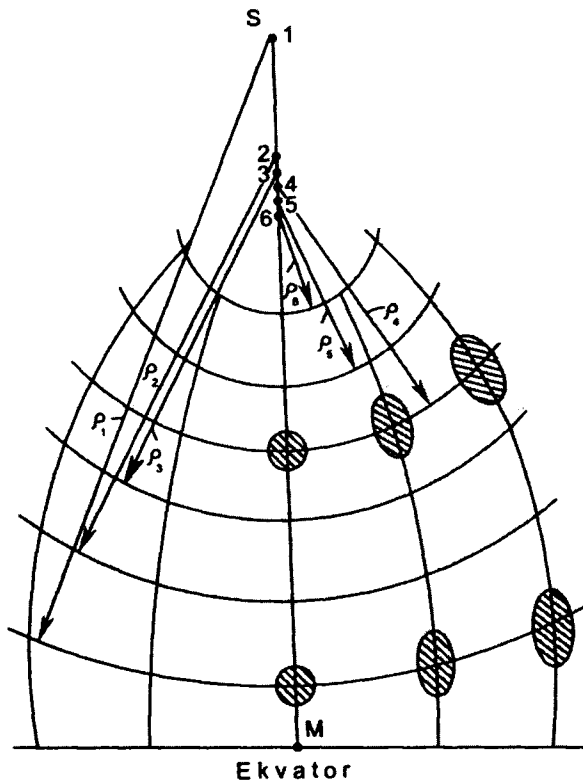
ŞƏKİLİ DƏYİŞDİRİLMİŞ POLİKONİK (BEYNƏL- XALQ) PROYEKSİYALARDAKI XƏRİTƏLƏR

Şəklın dəyişmiş polikonik proyeksiya sadə polikonik proyeksiya əsasında işlənmiş və necə bir çoxqranlı (çoxüzlü) proyeksiya kimi orada xəritələr tərtib olunurlar. Ona görə də, şəklın dəyişmiş polikonik proyeksiyaya keçməzdən əvvəl sadə polikonik və çoxqranlı proyeksiyaları təhlil edək.

§ 37. Sadə polikonik proyeksiya haqqında anlayış

Əvvəlki fəsildə baxdığımız konik proyeksiyaların ümumi xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, yer səthinin bir zolağını paralelin uzununa əks etdirəndə təhrif minimal olur. Ona görə də konik proyeksiyalar ərazisi paralellərin uzununa olanlar üçün əlverişlidir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz konik proyeksiyalardan sadə konik proyeksiya meridianın uzunluğuna yönəlmiş ərazini yaxşı əks etdirir. Bu proyeksiyada meridian və paralellərin şəbəkəsi aşağıdakı kimi qurulur. Əks olunaq ərazinin orta meridianları öz natural uzunluğunda düz xətlə çəkilir və seçilmiş en dairəsi fərqi $\Delta\varphi$ müvafiq bərabər hissələrə bölünür (şəkil 49).



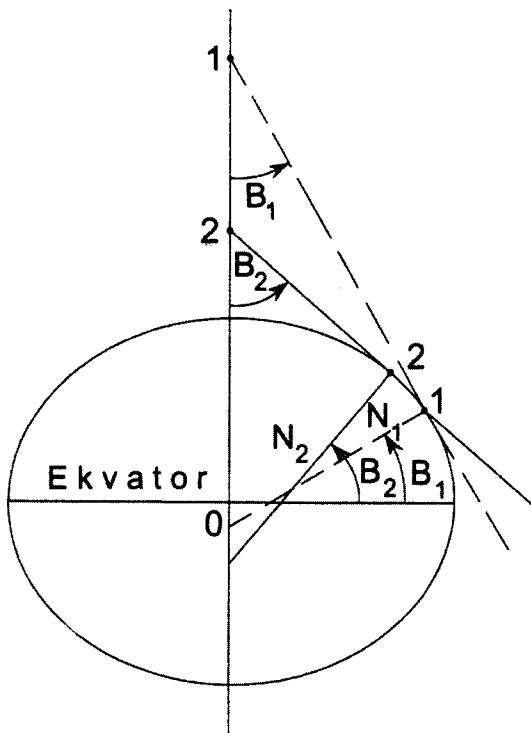
Şəkil 49. Sadə polikonik proyeksiya: 1-6 dairələrin mərkəzləri

Alınmış nöqtələrdən keçməklə bölgü aparılır, müxtəlif mərkəzli qövs şəkilli paralellər çəkilir (mərkəzi 1-6 olan orta meridianın davamı olaraq). Qövslərin radiusları aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\rho = N \operatorname{ctg} \beta \quad (130)$$

burada: N - en dairəsində (şəkil 50) 1 və 2 nöqtələrindəki birinci əyrilik şaqulinin radiusudur.

Ekvatorun radiusu sonsuzluğa bərabər olduğu üçün ($\text{ctg}0^\circ = \infty$) ekvator düz xətlə əks olunur. 130-cu düstur bu proyeksiyanın əsaslı olduğuna sübutdur. Yoxsa hər bir paralel öz konusuna toxunan olardı (şəkil 50).



Şəkil 50. Sadə polikonik proyeksiyada paralelin radiusu

Hər bir paralel qlobusdakı paralel hissələrinə müvafiq olaraq bərabər hissələrə (parçalara) bölünür.

Alınmış nöqtələrdən uzunluq dairələri eyni olanlar hamar əyri xətlə birləşdirilir ki, bunlar da meridianlardır.

Orta meridianla və paralellərlə xüsusi miqyas vahidə bərabərdir ($n=1$, $m_{or}=1$). Başqa meridianlar üzrə xüsusi miqyaslar vahiddən böyükdür ($m>1$) və orta meridiandan uzaqlaşdıqca artır. Beləliklə, sadə polikonik proyeksiya orta meridian və paralellərdə bərabər aralı proyeksiyadır.

12-ci cədvəldən görünür ki, sadə polikonik proyeksiyada bucaq və xətlərin təhrifi orta meridiandan uzaqlaşdıqca artır.

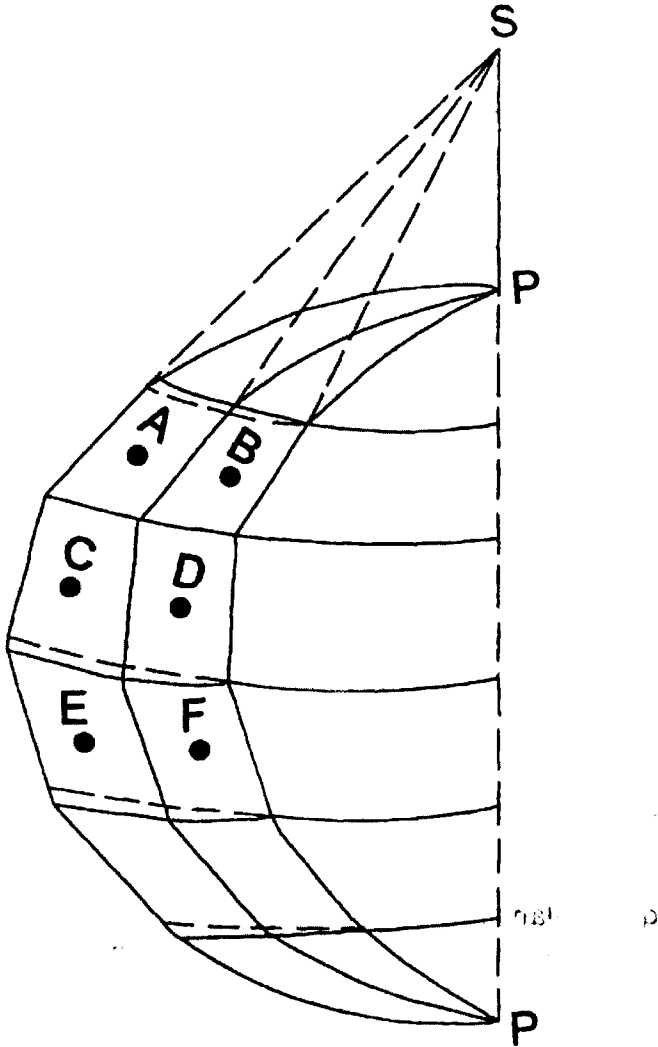
Cədvəl 12

φ°	$\Delta\lambda=\pm 15^\circ$		$\Delta\lambda=\pm 30^\circ$	
	m	2ω	m	2ω
0	1,034	1°56'	1,137	7°21'
30	1,026	1°27'	1,102	5°36'
60	1,009	0°29'	1,034	1°55'
90	1,000	0°00'	1,000	0°00'

§ 38. Çoxüzlü proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat

Fərz edək ki, yer ellipsoid səthi meridian və paralellərlə balaca ellips formalı trapesiyalara bölünüb. Tutaq ki, çoxüzlünün üzü trapesiyaların orta nöqtələrində A, B, C, D, E, F və sair toxunandırlar və (çoxüzlü) qranları (üzləri) ellipsoidli trapesiyaların başından keçir. Birinci

halda bir təsvir, ikinci halda isə çoxqranlının yazılmış təsvirini görəcəyik (şəkil 51).



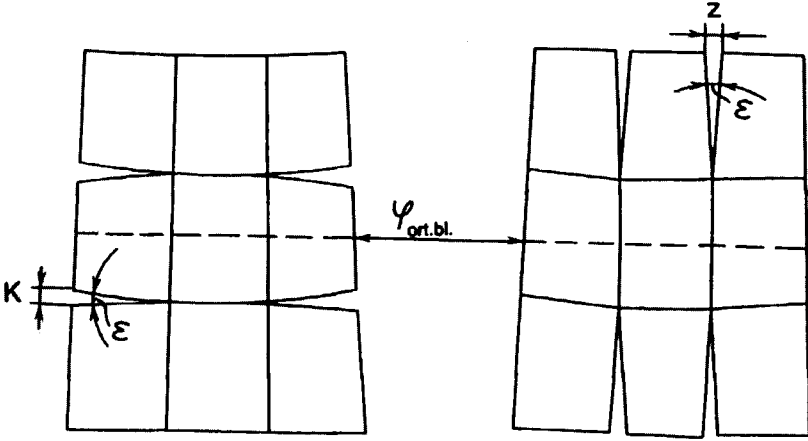
Şəkil 51. Ellipsoid ətrafında cızılmış çoxqranlının hissəsi

Əgər müstəvi qrana bu cür çoxqranlılara hər hansı bir yolla ellipsoidal trapesiyaları əks etdirsək və sonra çoxqranlı səthini müstəviyə çevirsək, onda yer səthinin müstəvidə əks olunmasına *çoxqranlı proyeksiya* deyilir.

Bu cür təyin etmə öz xarakterinə görə tam deyil. Çünki o göstərmir ki, hansı yolla hər bir trapesiya qranından çoxqranlıya təsvir edilib, baxmayaraq ki, hər bir proyeksiya təsvirin bir səthdən başqa bir səthə köçürülməsinə görə xarakterizə olunur.

Çoxqranlı proyeksiya sxeminin alınmasını ayrı cür də fərz etmək olar. Məsələn, hər bir ellipsoidal trapesiyanın ona toxunan səthə proyeksiyanı salma ilə nəticələnməsi və ya kəsən konusa və sonrakı konusun müstəviyə açılması.

Trapesiya kiçik olduqda konus səthinin yan hissəsi və çoxqranlının qranı üst-üstə düşəcəklər. Ona görə də ellipsoidal trapesiyalar müstəvidə hiss olunmayan təhrifsiz əks olunacaqlar. Bütün yer səthini çoxqranlıda əks etdirmək olar. Ancaq onu müstəvidə açanda trapesiyalar arasında açıqlıqlar olacaq. Cənubdan şimala və ya vərəqələr qurşağı qərbdən şərqə gedən çoxqranlının qranı olan trapes vərəqələrinin sütunlarını birləşdirmək olar. Ancaq iki qarşılıqlı qurşağı və ya iki qonşuluqlu vərəqlər sütunlarını arada qırıq olmadan birləşdirmək olmaz (şəkil 52).



Şəkil 52. Çoxqranlı proyeksiyada tərtib olunmuş doqquz xəritə vərəqini yapışdıranda bucaqdakı aralıq (açıqlıq)

Çoxqranlı proyeksiyalardakı kartoqrafik şəbəkənin görünüşü ellipsoidal trapesiyaların çoxqranlı qranına (müstəvisinə) keçirilməsi üsulundan asılıdır. O trapesiyaların müstəviyə keçirilməsi üsulları çoxdur. Məsələn, hər bir qrana kartın müstəvisi kimi müstəviyə baxanda onda azimutal proyeksiyalardan istənilənini tətbiq etmək olar. Ondən başqa konik silindrik, polukonik və s. proyeksiyaların düsturlarından istifadə etmək olar.

Burada çoxqranlı proyeksiya kimi qəbul olunan xarici görünüşünü dəyişmiş polikonik proyeksiya izah olunur.

§ 39. Beynəlxalq proyeksiyalarda 1:1000000 miqyaslı xəritə

Müasir vaxtda təyyarənin idarə olunması üçün görünüşü dəyişdirilmiş (beynəlxalq) polikonik proyeksiyada tərtib olunmuş aeronaviqasiya xəritələrindən geniş istifadə olunur.

Bu proyeksiya ona görə beynəlxalq adlanır ki, bu proyeksiya 1909-cu ildə xüsusi beynəlxalq komitə tərəfindən yaradılmışdır. Məqsəd bu proyeksiyada bütün yer səthinin 1:1000000 miqyasında xəritəsini tərtib etmək olub. Minimal təhrif üçün xəritədə onun hər bir vərəqi qonşu vərəqədən asılı olmayaraq tərtib olunur. Bütün dünya dövlətləri tərəfindən ölçüsü $4^{\circ} \times 6^{\circ}$ olan trapesiyaların hər birini 1:1000000 miqyaslı xəritənin hər vərəqində təsvir etmək qərara alınmışdır. Ona görə ölçüsü $4^{\circ} \times 6^{\circ}$ olan trapeslərə milyonluq trapesiya, həmin trapesiyaların (xəritə vərəqələrinin) nomenklaturasına isə **beynəlxalq nomenklatura** deyilir. Ekvatordan qütblərə doğru getdikcə meridianlar arasındakı məsafənin azalmasına uyğun olaraq 60° və 76° en dairəsi arasındakı iki ellipsoidal trapesiya bir vərəqdə, 76° - 88° en dairəsi arasında isə dörd trapesiya bir vərəqdə təsvir olunur. Yəni 60° - 76° en dairəsi arasında xəritə vərəqinin çərçivəsi en dairəsi üzrə 4° , uzunluq dairəsi üzrə isə 12° götürülür. 76° - 88° en dairələr arasında isə müvafiq olaraq 4° və

24° götürülür. Belə vərəqələrin nomenklaturası aşağıdakı kimi yazılır:

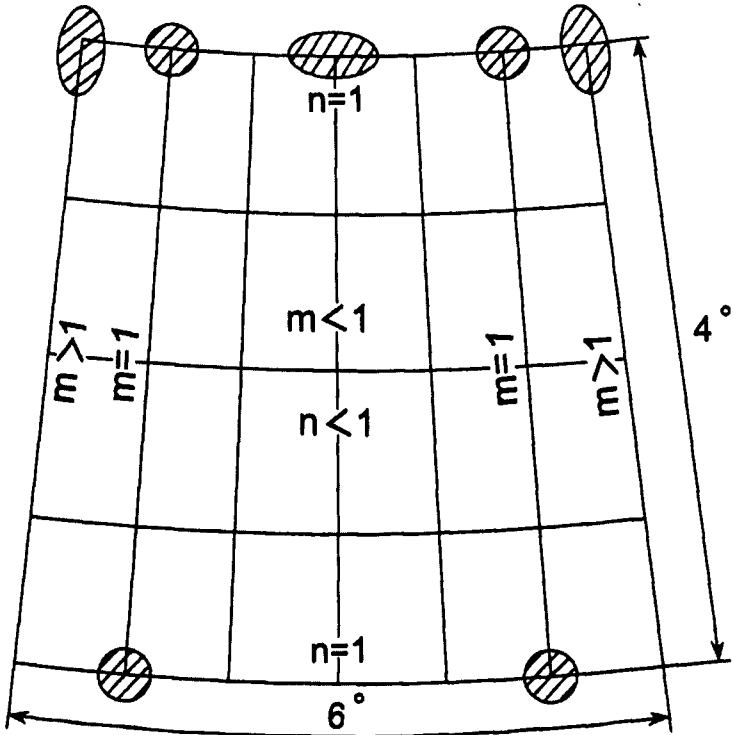
1. İkitrapesiyalı vərəqə P – 87, 88;
2. Dördtrapesiyalı vərəqə V – 31, 32, 33, 34

Hər bir ellipsoidal trapesiya qonşu trapeslərdən asılı olmayaraq müstəviyə keçirilirlər. Xəritənin kənar vərəqələrinin paralelləri sadə polikonik proyeksiyadakı bərabərmərkəzli mərkəzdən radiusu $\rho=Nctg\beta$ olan həmin sahədə orta meridianın davamında yerləşən dairənin qövsü kimi əks olunurlar.

Sadə polikonik proyeksiyadan fərqli olaraq burada öz natural böyüklüyündə orta meridian yox, iki meridian – orta meridiandan uzunluq dairəsi üzrə 2° şərqə (ikitrapesiyalıda 4°, dördtrapesiyalıda 8°) və 2° qərbə əks olunur. Kənardakı paralellər qlobusda uzunluq dairəsi 1° olan orta meridianlardan hər iki tərəfə parçalara bölünürlər. Beləliklə, alınmış uzunluq dairəsi eyni olan nöqtələr düz xətlə birləşdirilirlər ki, meridian alınır.

Hər bir meridian dörd bərabər hissəyə bölünür. Bölgüdən alınmış nöqtələrdən əyri hamar xətt kimi paralellər çəkilir. Bunun nəticəsində qurulmuş koordinat şəbəkəsinin kənar paralelləri xəritə vərəqində öz natural böyüklüyündə əks olunur. Burada $n=1$ (şəkil 53). Bu paralellər arasında $n<1$. Orta meridiandan şərqə və qərbə doğru 2° (ikitrapesiyalı 4° və dördtrapesiyalı 8° vərəqələrində) öz natural böyüklüyündə əks olunurlar və bura-

da $m=1$. Bu meridianlar arasında $m<1$, onlardan kənar-
da isə $m>1$. Xəritə vərəqində xüsusi miqyas müxtəlif qiy-
mətlər aldığı üçün qlobusdan götürülmüş ən kiçik
dairələr xəritənin müxtəlif yerində müxtəlif formada el-
lipslə əks olunacaqlar. Yalnız dörd nöqtə xəritədə eyni-
böyüklükdə dairələrlə əks olunacaqlar (şəkil 53).



Şəkil 53. 1:1000000 miqyaslı xərinin şəbəkəsi

Xüsusi miqyasların böyüklüyündən belə bir nəti-
cəyə gəlmək olar ki, bu proyeksiya təhrifinin xarakterinə
görə sərbəstdir. Çünki bu proyeksiyada xətdə də, bucaq-

da da, sahədə də təhrif var. Bu proyeksiya qəbul olunana qədər dəfələrlə hərtərəfli analizdən keçirilmişdir.

Əvvəl bu proyeksiyanı polyak kartoqrafı A.Lomniçkiy, sonra keçmiş sovet kartoqrafları V.V.Kavray-skiy, N.A.Urmayev, M.D.Solovyov tədqiq etmişlər. Professor M.D.Solovyovun hesablaması göstərdi ki, maksimal təhrif ekvatorial vərəqələrdədir. Bununla belə bucaq təhrifi 5'-dən, məsafə hər 100 km-ə 76 metrədən çox olmur.

Təyyarə idarə olunmasında həll olunan məsələlərin çoxunda bu cür təhriflərə fikir verilmir. Ona görə də 1:1000000 miqyaslı xəritələr praktiki olaraq: bərabər-bucaqlılar, bərabərböyüklükdə olanlar, bərabəraralılar beynəlxalq proyeksiya kimi qəbul olunublar.

Proyeksiyada kiçik təhrifə nail olunub:

- Yer basıqlığının nəzərə alınması hesabına;
- Yer səthindən az sahəli ərazilərin müstəviyə keçirilməsi hesabına;
- Xəritə vərəqində təhrifin bərabər bölünməsi hesabına.

Şekli dəyişmiş polikonik (beynəlxalq) proyeksiyada xəritəni çoxqranlı kimi tərtib etmək üçün istifadə olunduğundan, yəni xəritənin hər bir vərəqi qonşu vərəqələrdən asılı olmayaraq sərbəst tərtib olunduqları üçün xəyal xəritənin yalnız bir vərəqində fasiləsiz əks olunur. Bunun da nəticəsində xəritə vərəqləri yapışdırılarda və-

rəqlər arasında bucaqların qırılması (şəkil 52) ε ilə xarakterizə olunur və aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\varepsilon = 25' \cdot \cos \varphi_{or.bl} \quad (131)$$

burada $\varphi_{or.bl}$ – blokun orta en dairəsi

Vərəqələr arasındakı xətti qırıntı millimetrlə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\left. \begin{aligned} l &= 3,25 \cos \varphi_{or.bl} \\ k &= 4,87 \cos^2 \varphi_{or.bl} \end{aligned} \right\} \quad (132)$$

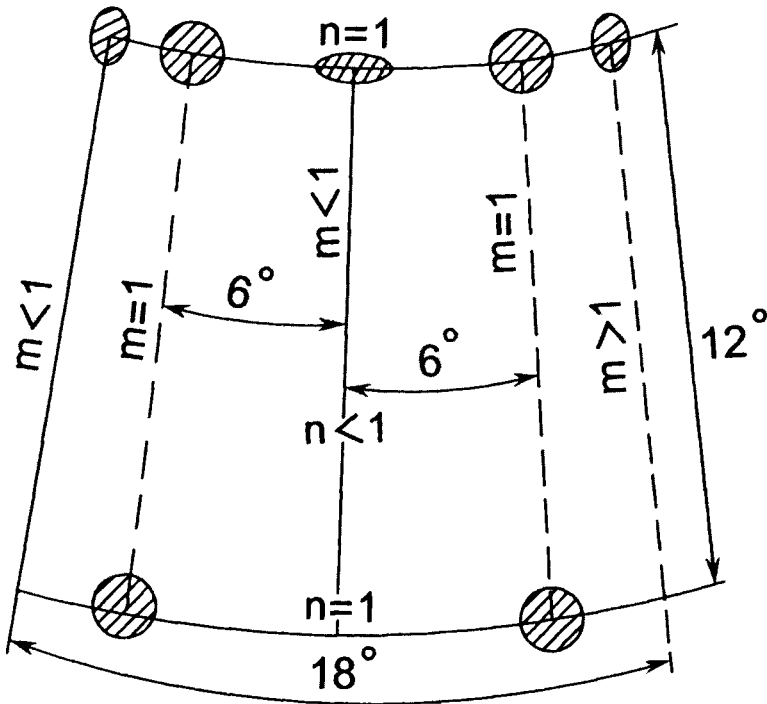
Orta en dairələrində xətti qırıntı kiçik bir kəmiyyətdir ($l \approx k \approx 2 \text{ mm}$), ona görə də praktiki olaraq 9 vərəqdən ibarət olan (3x3) bloku yapışdırmaq olar. Bu vaxt qırıntı kağızın deformasiyaya uğraması ilə kompensasiya olunur. Müxtəlif vərəqələrdəki nöqtələr arasındakı məsafəni ölçəndə deformasiya hesabına xətt əlavə təhrifə məruz qalır.

§ 40. Şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyalarda 1:2000000 miqyaslı xəritə

Beynəlxalq proyeksiyada tərtib olunmuş 1:1000000 miqyaslı xəritələrdə təhrifin az olması imkan verir ki, bu proyeksiyada daha kiçik 1:2000000 miqyaslı xəritə tərtib olunsun. Şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyada 1:2000000 miqyasında tərtib olunmuş xəritələrin hər bir vərəqində ellipsoidal trapesiyaların eni 12° , uzunluğu isə 18° ölçüsündə götürülür. 1:2000000 miqyaslı xəritənin bir

vərəqində əks olunan ərazi 1:1000000 miqyaslı xəritənin doqquz vərəqinə ekvivalentdir. 1:2000000 miqyaslı xəritə vərəqinin hər biri 1:1000000 miqyaslı xəritə vərəqi kimi tərtib olunur. Vərəqin kənar paralelləri müxtəlif mərkəzli radiusu $\rho=N \cdot ctg\beta$ olan dairələrin qövsləri ilə öz natural qiymətləri böyüklüyündə əks olunurlar.

Orta meridiandan 6° qərbə və şərqə aralı qalan xəritə vərəqlərində bütün ərazi öz natural böyüklüyündə əks olunurlar (şəkil 54).



Şəkil 54. 1:2000000 miqyaslı xəritə vərəqində şəbəkə

Beləliklə, kənar paralellərdə $n=1$, paralellərin arasında isə $n>1$ orta meridianından 6° geri qalan meridianlarda uzunluq üzrə $m=1$, meridianlar arasında $m<1$, onlardan kənardadır isə $m>1$. Təhrif xarakterinə görə bu xəritə sərbəstdir.

Ekvatorial vərəqələrdə maksimal təhrif belədir: $V \leq 0,7\%$, $2\omega \leq 41'$. Orta en dairələrində xəttin təhrifi $0,54\%$, bucaqlarda isə $30'$. Naviqasiyada ölçmə işləri aparanda praktiki olaraq bu təhriflər nəzərə alınmırlar. Vərəqələri blokda yapışdıranda bucaq və xətt aralılıqları bu düsturla tapılır:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &\approx 3,77^0 \cos \varphi_{or-bl} \\ l &= 44 \cos \varphi_{or-bl} \\ k &= 66 \cos^2 \varphi_{or-bl} \end{aligned} \right\} \quad (133)$$

Bu cür açıqlığı kağızın deformasiyası hesabına aradan götürmək qeyri mümkündür (məsələn, $\varphi_{or-bl}=52^\circ$; $l=27 \text{ mm}$). Ona görə $1:2000000$ miqyaslı xəritə vərəqələrini blokda yapışdırmaq məsləhət görülmür.

§ 41. Şekli dəyişmiş polikonik proyeksiyalardakı xəritələrdə yol xəttinin və vəziyyət xəttinin çəkilməsinin xüsusiyyəti

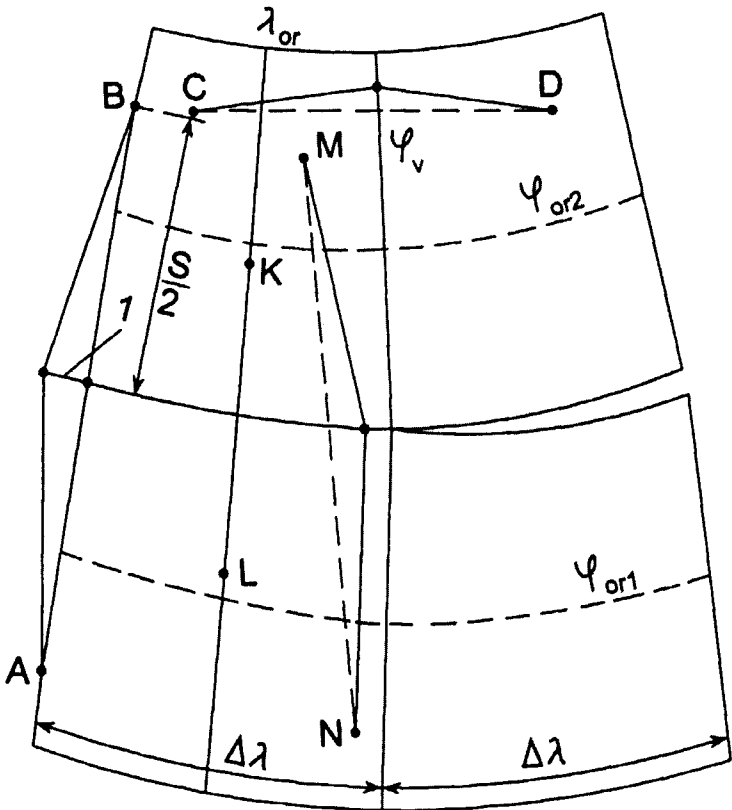
Yuxarıda qeyd etdik ki, şekli dəyişmiş polikonik proyeksiyalarda tam əks olunma yalnız xəritənin bir və-

rəqində ola bilər. Ona görə yol xətti və vəziyyət xətti də nəzəri olaraq yalnız vərəq daxilində ardıcıl ola bilər.

Ortodromiya. Ortodromiya şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə çox mürəkkəb bir əyri kimi görünür. Ortodromiyanın düz xətdən meyl etməsi düsturunu çıxarmaq çox çətinlik törədir. Çünki beynəlxalq proyeksiyanın riyazi əsası hədsiz qarışıqdır. Baxdığımız məsələni sadələşdirmək üçün bu proyeksiyaya bəzi yaxınlaşma ilə baxıb onu kəsən qlobusun konusda bərabərbucaqlı proyeksiya kimi qəbul etmək olar. Bu şərtlə ki, o paralellərdə onun xüsusi miqyası vahidə bərabər olsun. Onda ortodromiya dairəyə yaxın olacaq və yan meyl etmə kəmiyyəti 119-cu düsturla hesablanacaq. Tədqiqatlar göstərir ki, 1:1000000 miqyaslı xəritənin doqquz vərəqli blokunda və 1:2000000 miqyaslı xəritənin bir vərəqində ortodromiya praktiki olaraq düz xətlə əks olunur. Beynəlxalq proyeksiyalarda ortodromiyanın qabarıq tərəfi əsasən böyük xüsusi miqyas tərəfə yönəlib, yəni xəritə vərəqinin kənarlarına. Ortodromiyanın düz xətdən yana meyl etməsi qonşu vərəqə keçəndə olur (şəkil 55).

Əgər ortodromiyanın başlanğıc və axırncı nöqtələri orta meridianda iki vərəqdədirsə və yapışdırılmış paralellərdə qonşudurlarsa, onda ortodromiya düz xətlə əks olunacaq. Bu da ondan irəli gəlir ki, beynəlxalq proyeksiyanı quranda – bir vərəqin orta meridianı başqa bir vərəqin orta meridianının davamı olacaq. Ona görə

də ortodromiya istənilən istiqamətdə vərəqlərin qovuşduğu yerdə qırılacaq (şəkil 55).



Şəkil 55. Xəritədə vərəqlər blokunda bir vərəqdən digərinə keçəndə ortodromiyanın əksi

Xəritə blokunun qıraqlarında l kəmiyyəti maksimal olacaq. Əgər ortodromiyanın başlanğıc və axıncı nöqtələri AB yapışdırılmış vərəqlərin axıncı meridianlarında olarsa və yapışdırılmış paralellər arası məsafə ey-

nidirsə, onda ortodromiyanın düz xətdən meyl etməsi l aşağıdakı düsturla tapılır:

$$l = \frac{S\Delta\lambda}{460} (\sin \varphi_{or_2} - \sin \varphi_{or_1}) \quad (134)$$

burada:

S – ortodromiyanın uzunluğu km-lə

$\Delta\lambda$ - xəritə vərəqinin en dairəsi üzrə ölçüsü dərəcə ilə

φ_{or_1} və φ_{or_2} – yapışdırılmış vərəqələrin şimal və cənub tərəflərinin orta paralellərinin en dairələri.

Ortodromiyanın düz xətlə əvəz olunan həddi uzunluğu S , verilmiş təhriflə l belə tapılır.

$$S = 460 \frac{l}{\Delta\lambda(\sin \varphi_{or_2} - \sin \varphi_{or_1})} \quad (135)$$

13-cü cədvəldə ortodromiyanın uzunluğu km-lə 135-ci düsturla hesablanıb.

Cədvəl 13

Xəritənin miqyası ($\Delta\lambda$), orta paralellərin en dairəsi	l km olduqda ortodromiyanın uzunluğu, km					
	2	4	6	8	10	12
$1:1000000$ ($\Delta\lambda=6^\circ$), $\varphi_{or_1}=50^\circ$, $\varphi_{or_2}=54^\circ$,	3600					
$1:2000000$ ($\Delta\lambda=18^\circ$), $\varphi_{or_1}=46^\circ$, $\varphi_{or_2}=58^\circ$,	396	792	1188	1584	1980	2376
$1:4000000$ ($\Delta\lambda=36^\circ$), $\varphi_{or_1}=40^\circ$, $\varphi_{or_2}=64^\circ$,	99	199	298	397	497	596

Ortodromiyanın başlanğıc və axırncı nöqtələri eyni en dairəsində yapışdırılan meridiandan eyni məsafədə yerləşiblərsə, onda meridianları yanaşı olan bir vərəqdən digər qonşu vərəqə keçəndə ortodromiyanın düz xətdən meyl etməsi aşağıdakı düsturla tapılır:

$$l = \frac{S\Delta\lambda}{230} (\sin \varphi_v - \sin \varphi_{or}) \quad (136)$$

burada:

S – ortodromiyanın uzunluğu km-lə;

$\Delta\lambda$ - en dairəsi üzrə xəritə vərəqinin ölçüsü (0) dərəcə ilə;

φ_v – verteks nöqtəsinin en dairəsi (ortodromiyanın axırncı nöqtələrini birləşdirəndə yapışdırılan meridianları kəsən nöqtənin en dairəsi);

φ_{or} – vərəqin orta paralelinin en dairəsi.

Verilmiş l kəmiyyətinə görə ortodromiyanın uzunluğu S bu düsturla hesablanır:

$$S = 230 \frac{l}{\Delta\lambda(\sin \varphi_v - \sin \varphi_{or})} \quad (137)$$

14-cü cədvəldə ortodromiyanın uzunluğu km-lə 137-ci düsturla hesablanıb.

13 və 14-cü cədvəllərdən görünür ki, 1:1000000 miqyaslı xəritələrdə ortodromiyanın düz xətdən meyl etmə kəmiyyəti l nəzərə almamaq olar, çünki $l=2 \text{ km}$ olanda ortodromiyanın uzunluğu yapışdırılmış xəritələrdən dörd dəfə uzun olacaq.

1:2000000 miqyaslı xəritələrin yapışdırılmasında marşrutun ortodromik dövrü uzunluğu 500 km olduqda da l nəzərə alınmaq olar.

Cədvəl 14

Xəritənin miqyası ($\Delta\lambda$), orta paralellərin en dairəsi	l km olduqda ortodromiyanın uzunluğu, km					
	2	4	6	8	10	12
$1:1000000$ ($\Delta\lambda=6^\circ$), $\varphi_{or}=50^\circ$, $\varphi_v=52^\circ$;	3500					
$1:2000000$ ($\Delta\lambda=18^\circ$), $\varphi_{or}=46^\circ$, $\varphi_v=52^\circ$;	371	742	1113	1484	1855	2226
$1:4000000$ ($\Delta\lambda=36^\circ$), $\varphi_{or}=40^\circ$, $\varphi_v=52^\circ$,	88	175	263	350	439	526

1:2000000 miqyaslı xəritələrdə ortodromik koordinat sistemində ən uzun xətlə baş ortodromiyanı qeyd edəndə onu sınıq xətt kimi vermək lazımdır və sınıq xətt nöqtələrinin koordinatları qabaqcadan hesablanmalıdır. Çünki baş ortodromiyanın xəritədən ortodromik koordinatlarının tapılması səhvi nəticədə təyyarənin idarə olunması dəqiqliyinə təsir edə bilər.

Onu da qeyd edək ki, ortodromiyanın həddi uzunluğunu düz xətlə əvəz edirlər. Beynəlxalq proyeksiyada tərtib olunub yapışdırılmış xəritədə istifadə olunan texniki ləvazimatından və təyyarənin idarə olunması dəqiqliyi konkret vəziyyət üçün tapılmalıdır.

Loksodromiya. Şekli dəyişmiş polikonik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə loksodromiya loqarifmik spiralın qövsü kimi əks olunur. Bunların dəqiq qurulmaları yalnız nöqtələrin qurulması ilə həyata keçirilə bilər. Bu bərabərbucaqlı konik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələrdəki kimi burada da loksodromiyanın uzunluğu 1500 km-ə qədər olanda onu orta meridianda ölçülmüş bucaq yoluna qoymaq olar (şəkil 44).

Bərabərazimutlu xətt. Radiostansiyadan və qütbdən keçən bərabər azimutlu xətt təxminən dairə qövsü kimi əks olunur. Bu bucağı Qorşkovun və ya Kudryavtsevin ölçü cihazı ilə də ölçmək olar (şəkil 45, 46). Bərabər azimutlu xətləri düz xətlə əvəz edəndə meridianların yaxınlaşması bucağı da nəzərə alınır. Meridianların yaxınlaşması bucağı δ aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\delta = (\lambda_p - \lambda_c) \sin \varphi_{or} \quad (138)$$

burada:

φ_{or} – xəritə vərəqinin orta paralelinin en dairəsi

Bərabərməsafəli xətlər. 1:1000000 miqyaslı doqquz xəritə vərəqindən ibarət blok daxilində və ya 1:2000000 miqyaslı xəritənin bir vərəqində dairə kimi əks olunurlar.

Məsafələr fərqi bərabər olan xətlər. Çox mürəkkəb ayrılrlə əks olunurlar. Onları yalnız nöqtələrlə dəqiq qurmaq olar. Ona görə şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə onlar dəqiq hesablamalar əsasında tipografik üsulla əks olunurlar.

VII FƏSİL

SİLİNDRİK PROYEKSİYALARDA XƏRİTƏLƏR

§ 42. Silindrik proyeksiyaların təsnifatı və onlar haqqında ümumi məlumat

Silindrik proyeksiya o proyeksiyalara deyilir ki, normal şəbəkənin meridianları düz paralel xətlərlə bir-birindən eyni məsafədə, en dairələri fərqlərinə proporsional, paralellər isə – meridianlara perpendikulyar düz xətlə əks olunsunlar. Bu proyeksiyanı həndəsi şəkildə belə fərz etmək olar ki, qlobus səthinin toxunan silindrin yan səthinə və ya sonradan müstəviyə açılmış kəsən silindrdə əksidir (şəkil 56).

Qlobusun fırlanma oxuna nisbətən silindr oxunun vəziyyətindən asılı olaraq bütün silindrik proyeksiyalar üç qrupa bölünür:

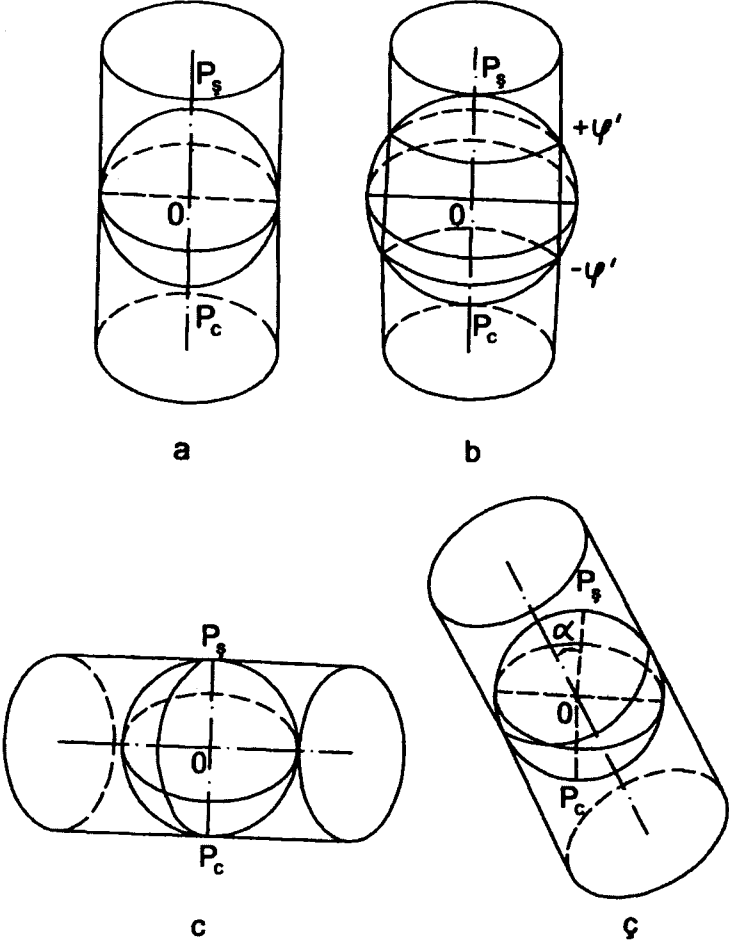
- silindr oxu qlobusun fırlanma oxu ilə üst-üstə düşən normallar;
- silindrin oxu qlobusun fırlanma oxuna perpendikulyar olan köndələnlər;
- silindr oxu qlobusun fırlanma oxu ilə z bucağı əmələ gətirən çəplər (burada $0^\circ < z < 90^\circ$).

Silindrik proyeksiyaların ümumi tənlikləri aşağıdakı kimi verilə bilər:

$$\left. \begin{aligned} x &= f(\varphi); \\ y &= c\lambda \end{aligned} \right\} \quad (139)$$

burada

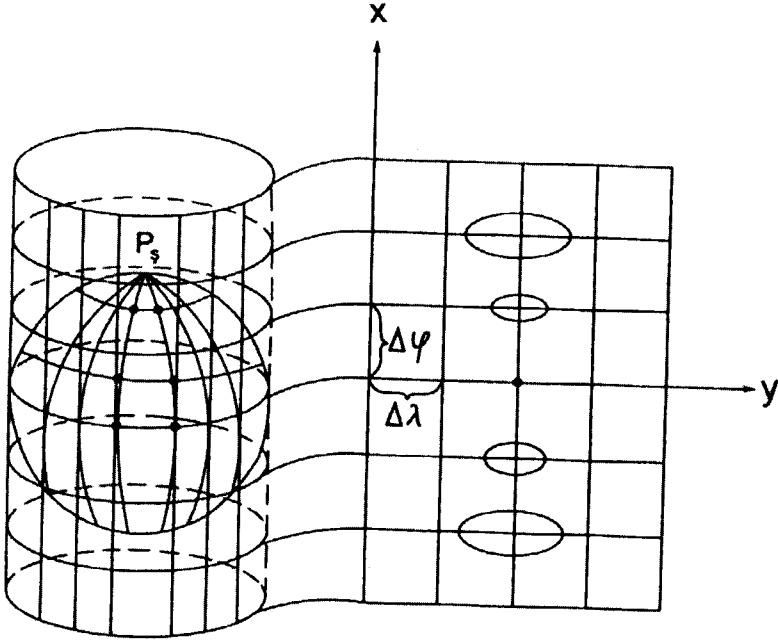
x və y – düzbucaqlı koordinatlardır;



Şəkil 56. Silindrik proyeksiyaların görünüşləri:
a və b – normallar; c – köndələn; ç – çəp

c – daimi proyeksiya. Bu proyeksiya toxunan silindrdəki ekvatorun radiusu və ya kəsən silindr proyeksiyası üçün paralellər radiuslarının kəsişməsidir.

Meridianlardan biri X oxu kimi, Y oxu kimi isə ekvator və ya ən az en dairəsi olan paralel götürülür (şəkil 57).



Şəkil 57. Sadə silindrik proyeksiya

X və Y məlum olduqda silindrik proyeksiyanın kartoqrafik şəbəkəsini silindrin səthinin yan (böyür) tərəfinə proyeksiyasını salmadan müstəvidə qurmaq olar. Bu məsələlərə riyazi kartoqrafiyanın xüsusi kurslarında geniş izahat verilir.

X koordinatı f funksiyasının seçilməsindən asılı olaraq təhrif xarakterinə görə silindrik proyeksiyalar: bərabərbucaqlı, bərabərböyüklükdə, bərabəraralı və sərbəst ola bilərlər. Bu asılıqla xəritədə paralellər arası məsafə tapılır. Meridianlar arasındakı məsafə c sabitindən asılıdır. Beləliklə, **X-in φ -dən** hər hansı bir asılılığını və ya c -nin başqa bir qiyməti ilə təhrifinin xarakterinə və həmin o təhrifin xəritədə paylanmasına görə istədiyimiz proyeksiyanı ala bilərik.

§ 43. Sadə silindrik proyeksiya

Sadə silindrik proyeksiyanı aşağıdakı üsulla almaq olar. Fərz edək ki, meridianlar qlobusda ekvatorla bərk bağlı və qütbdə dəstə ilə yığılmış, polad elastik çubuqdur. Paralellər isə – meridianla kəsişən nöqtədə bağlanmış rezin sapdır (şəkil 57). Fərz edək ki, qlobusa silindr geyindirilib, o da ekvator boyu qlobusa toxunandır; bu vaxt silindrin oxu qlobusun fırlanma oxu ilə üst-üstə düşür. Əgər qütbdəki meridianları aralasaq, onlar düzəlib əmələ gələn silindrə yerləşəcəklər. Bu vaxt meridianın uzunluğu dəyişmir, paralellər isə ekvator boyda dartılacaqlar.

Əgər silindri əmələ gəlməsi tərəfə kəsib və onu müstəvidə açsaq, onda biz sadə silindrik proyeksiyanın şəbəkəsini alarıq. Nəticədə meridianlar müstəvidə öz natural böyüklüyündə ($m=1$) ekvatora perpendikulyar düz

xətlə alınacaqlar. Meridianlar arasındakı məsafə seçib götürülmüş qlobusda radiusu R (lazım olan miqyasda ekvatorun radiusu) en dairələrinin fərfinə Δl bərabər olacaq.

Paralellər ekvatora paralel düz xətlərlə əks olunurlar. Paralellər arasındakı məsafə qlobus radiusu R olan en dairəsinin seçilmiş fərqi $\Delta\varphi$ qədərdir. Məlumdur ki, qlobusda paralelin uzunluğu en dairəsi artdıqca qısalır, yəni $\cos\varphi$ proporsional olaraq qısalır. Sadə silindrik proyeksiyada bütün paralellər ekvator ölçüsündə olana qədər dartıldıqları üçün, yəni onların uzunluğu qlobusdakı müvafiq paralellərin uzunluğu ilə $\cos\varphi$ və ya $\sec\varphi$ əks proporsional olaraq dəyişirlər.

Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, bu proyeksiyada paralellər üzrə xüsusi miqyas vahiddən böyükdür ($n>1$) və en dairəsinin sekansına bərabərdir ($n=\sec\varphi$). Paralellər ekvatoru uzaqlaşdıqca təhrif artır və qütbə sonsuzluğa çatır ($\sec 90^\circ = \infty$). Qütb nöqtəsi proyeksiyada düz xətlə əks olunur. Qlobusdan götürülən kiçik bir dairə, bu proyeksiyada ekvatoru eyni ölçüdə dairə ilə əks olunacaq ($m=1, n=1$), proyeksiyanın qalan nöqtələrində paralellər dartılmış ellips şəklində əks olunacaqlar (şəkil 57). Sadə silindrik proyeksiyada təhrifin xarakteristikası 15-ci cədvəldə verilib.

Cədvəl 15

φ^0	m	n	P	2ω
1	2	3	4	5
0	1,000	1,000	1,000	0°00'
5	1,000	1,004	1,004	0°07'
10	1,000	1,015	1,015	0°11'
20	1,000	1,064	1,064	3°33'
40	1,000	1,305	1,305	15°12'
60	1,000	2,000	2,000	38°57'
80	1,000	5,768	5,768	89°30'
90	1,000	∞	∞	180°00'

Təhrif olunma xarakterinə görə sadə silindrik proyeksiya meridianlar üzrə bərabəraralıdır ($m=1$, $n=1$). Onu da qeyd edək ki, əgər qlobusda çəkilmiş meridian və paralellər şəbəkəsi eyni bucaqda (yəni hər ikisi eyni dərəcədən bir) çəkilərsə, onlar toxunan silindrin yan səthinə keçiriləndə müstəvidə kvadrat şəklində alınır. Əgər kəsən silindr səthinin yan səthinə proyeksiya salınsa, onda eyni sayda dərəcədən çəkilmiş paralel və meridianlar müstəvidə düzbucaqlı şəklində alınacaqlar. Çünki paralellərin hamısının ölçüsü kəsmə paralellərin ölçülərinə bərabər olacaq. Bu vaxt kəsmə paralelləri arasında yerləşən ekvator və paralellər sıxılacaqlar ($n<1$), xarici paralellər isə dartılacaqlar ($n>1$). Bunun da nəticəsində xəritədə paralellər arasındakı məsafəyə nisbətən meridianlar arasındakı məsafə azalacaq.

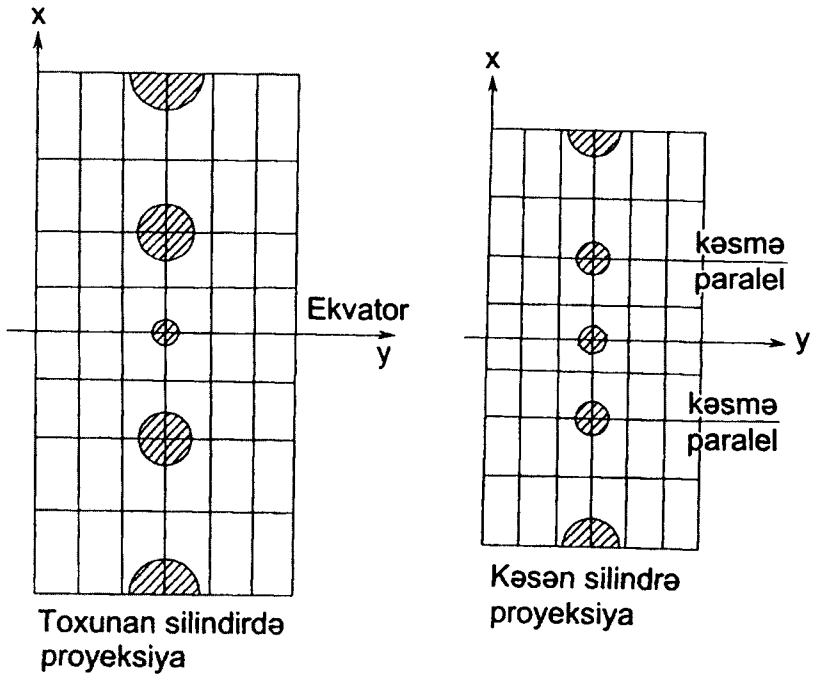
Sadə silindrik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələr çox böyük təhrifə məruz qaldıqları üçün onlardan (cədvəl 15) naviqasiya xəritəsi kimi istifadə oluna bilməz. Ancaq bu xəritələrin müsbət xüsusiyyətləri də var: bu proyeksiyanın xəritəsində bütün yer səthini əks etdirmək olar. Ona görə sadə silindrik proyeksiyadan xüsusi və soraq kitabçaları üçün kiçik miqyaslı xəritələrin tərtibində istifadə etmək olar (saat qurşaqlarının xəritələri, işıqlanma və qaranlıq düşmənin qrafikasını tərtib etmək, Günəşin çıxmasını və batmasını, marşrut və uçuş rayonlarının cədvəlləri toplusu və sairə).

§ 44. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiya

Sadə silindrik proyeksiyanın əsas çatışmayan cəhəti onun bərabərbucaqlı olmamasıdır. Çünki, bu proyeksiyada naviqasiya xəritələrini tərtib etmək əlverişli deyil. Bu proyeksiyada bucaqların təhrif olunmaları onunla əlaqədardır ki, buradakı bütün paralellər ekvator boyda dartınıblar ($n = \sec \varphi > 1$), meridianlar isə natural böyüklüyündə əks olunublar ($m = 1$). 1569-cu ildə Holland kartografı Merkator sadə silindrik proyeksiyadan bərabərbucaqlı silindrik proyeksiya alma metodunu təklif etdi (ona görə də bu proyeksiyaya Merkator proyeksiyası adı verilib). Sadə silindrik proyeksiyanı bərabərbucaqlı proyeksiyaya çevirmək üçün, yəni meridian və paralellə-

rin xüsusi miqyaslarını bir-birinə bərabər etmək ($m=n$) məqsədilə xəritənin bütün nöqtələrində meridianların hamısını $sec\varphi$ dəfə paralellər kimi dartmaq lazımdır. Onda proyeksiyanın bütün nöqtələrində bərabərlik olacaq ($m=n=sec\varphi$) və proyeksiya bərabərbucaqlı olacaq.

Bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyanın normal şəbəkəsi 58-ci şəkildə verilib.



Şəkil 58. Merkatorun bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyasında normal şəbəkə

Toxunan silindrdə ekvatorun proyeksiyası düz xtlə öz natural böyüklüyündə əks olunur ($n=1$). Meridianlar

sadə silindrik proyeksiyada olduğu kimi, düz xətlə bir-birinə paralel, eyni intervalda uzunluq dairəsi fərqiə proporsional əks olunurlar. Paralellər də düz paralel xətlərlə meridianlara perpendikulyar əks olunurlar. Ancaq sadə silindrik proyeksiyadan fərqli olaraq ekvator dan uzaqlaşdıqca en dairəsinin sekansına proporsional olaraq paralellər arasındakı məsafə artacaq.

Ona görə də bununla əlaqədar qütblər sonsuzluğa getdikləri üçün onlar əks olunmurlar. Kəsən silindrdə (şəkil 58) ekvator və paralellərin proyeksiyaları kəsən paralellər arasında sıxılır, kənar paralellər isə uzanırlar. Paralellər üzrə xüsusi miqyas dəyişdiyi üçün bərabər-bucaqlılıq şərtini saxlamaq ($m=n$) məqsədlə meridianlar üzrə xüsusi miqyaslar da dəyişir. Kəsən silindr proyeksiyasında baş istiqamətin xüsusi miqyası aşağıdakı tənəsüblə tapılır:

$$m = n = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi} \quad (140)$$

burada:

φ_1 – kəsən paralelin en dairəsidir.

Nə qədər ki, proyeksiya bərabər-bucaqlıdır, ellipsin təhrifi dairə formasını alır, ekvator dan və ya paralellərin kəsişməsindən (kəsən silindrdə) uzaqlaşdıqca xüsusi miqyasın dəyişməsinə müvafiq olaraq bunun da radiusu dəyişir (toxunan silindrdə).

16-cı cədvəldə Merkator proyeksiyasında toxunan silindrdə ($\varphi_0=0$) və paralellər üzrə qlobusu kəsən

($\varphi_1 = \pm 10^\circ$) silindrdə tərtib olunmuş xəritələrdə məsafə və sahələrin təhrifə məruz qalmalarını xarakterizə edən məlumatlar verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, məsafə və sahələrdə ən çox təhrif qütb rayonlarındadır.

Cədvəl 16

φ^0	$\varphi_1 = 0^0$		$\varphi_1 = 10^0$	
	$m = n = \sec \varphi$	P	$m = n = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi}$	P
0	1,000	1,000	0,986	0,970
5	1,004	1,008	0,989	0,978
10	1,015	1,030	1,000	1,000
15	1,035	1,071	1,019	1,038
20	1,064	1,132	1,048	1,098
40	1,305	1,703	1,282	1,646
60	2,000	4,000	1,970	3,881
80	5,759	33,166	5,661	32,047

Məsələn, en dairəsi 60° olan paraleldə yer səthinin kiçik bir nahiyəsi (sahəsi) dörd dəfə, en dairəsi 80° olan paraleldə isə 33 dəfə böyük əks olunacaq nəinki, o boyda nahiyə ekvator da. Bununla bərabər en dairəsi $\pm 5^\circ$ olan ekvatorla yanaşı, zolaqda və ya paralellərin kəsişməsində məsafədə təhrif azdır. Dəniz xəritələri Merkatorun bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyasında tərtib olunurlar. Ayrı bir dəniz və ya onun bir hissəsi, okeanların hissələri üçün xəritələr kəsən silindrin proyeksiyasında tərtib olunurlar. Bu zaman kəsmə paraleli əvəzinə dəniz

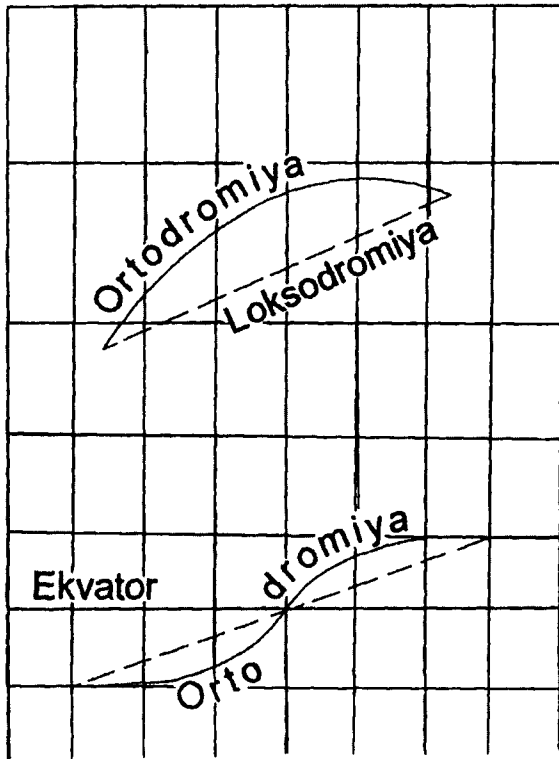
zin orta paraleli ya onun hissəsi və ya okeanın hissəsi götürülür.

Dəniz xəritələrinin təyinatı, miqyası və mahiyyətinin təsnifatı 17-ci cədvəldə verilib.

Cədvəl 17

Xəritənin adı	Ekvator və ya kəsmə paralelinin miqyası	Xəritənin mahiyyəti və istifadə olunması
Soraq kitabçası	1:800000	Blank xəritələri, vərəqələr toplusu, buzlaqların bölünməsi xəritəsi, meteoroloji xəritələr, maqnit xəritələri, okean dərinlikləri və s. xəritələri
Naviqasiya: ümumi xəritə	1:350000 və daha kiçik	Təyyarə idarə olunmasında bortovoy xəritənin analoqudur. Bunlar naviqasiyada qabaqcadan hesablamaları və planlaşdırmanı aparmaq üçündür.
Yol	1:200000 1:350000	Təyyarənin idarə olunmasında uçuş xəritəsinin analoqudur. Yol xəttinin çəkilişinə və yolun hesablanmasına qulluq edir.
Xüsusi	1:50000-dən 1:200000 qədər	Sahilə yaxında üzmək üçün
Planlar	1:50000 və daha iri	Təyyarə idarə olunmasında hədəf xəritəsinin analoqu. Planda portlar, limanlar, buxtalar, reydlər əks olunurlar.

Merkator proyeksiyası bərabərbucaqlı olduğu üçün və burada meridianlar düz paralel xətlərlə əks olunduqlarından xəritədəki istənilən iki nöqtəni birləşdirən düz xətt, xəritədəki bütün meridianlarla bərabər bucaq təşkil edəcəklər. Bu da o deməkdir ki, bu proyeksiyada bütün meridianları eyni bucaq altında kəsən **düz xətt loksodromiyadır** (şəkil 59). Ona görə də çox vaxt Merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrə **loksodromik xəritə** deyilir.



Şəkil 59. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə ortodromiya

Xəritədə loksodromiyanı qeyd etmək üçün onun başlanğıc və sonuncu nöqtələrini birləşdirmək kifayətdir. İstənilən meridiandan keçən bu düz xətt loksodromiyanın yol bucağı olacaq. Bu da elə bir şərait yaraadır ki, Merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdən gəmiçlikdə və dəniz üzərində təyyarələrin idarə olunmasında istifadə olunsun.

Merkator proyeksiyasının xəritələrindən başqa məqsədlər üçün də istifadə etmək olar. Məsələn, loksodromiyanın ara nöqtələrinin koordinatlarını tapıb başqa proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə loksodromiyanı qeyd etmək üçün. Merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdə ortodromiya çox qarışıq əyrilərin qabarıq (şişmiş) tərəfləri miqyasın böyüməsi tərəfə, yəni qütblərə tərəf yönəlib (şəkil 59). Şarda ortodromiya loksodromiyadan gödəkdir. Merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritədə isə ortodromiya loksodromiyadan uzundur. Bu proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə ortodromiya ara nöqtələrin koordinatları ilə sınıq xətt kimi əks olunur.

Yerüstü pelenqatorla təyyarənin olduğu yeri pelenqlə tapanda təyyarənin ortodromik pelenqini xəritədə düz xətlə (loksodromiya ilə) əvəz etmək olar. Bu şərtlə ki u düzəlişi nəzərə alınsın.

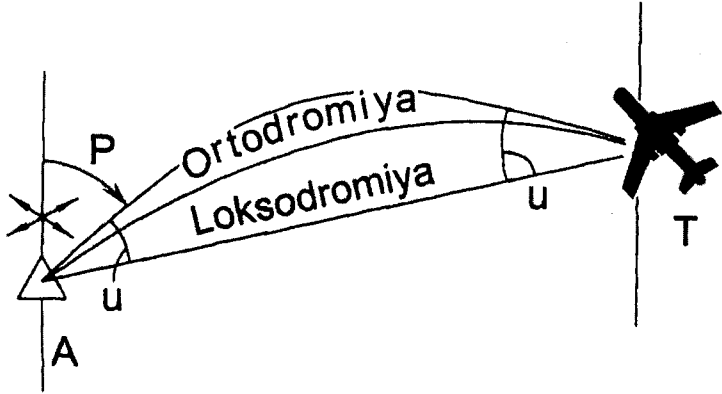
u düzəlişi (şəkil 60) aşağıdakı düsturla tapılır:

$$u = \frac{\lambda_t - \lambda_p}{2} \cdot \sin \frac{\varphi_t + \varphi_p}{2} \quad (141)$$

burada:

λ_t, φ_t – təyyarənin koordinatları;

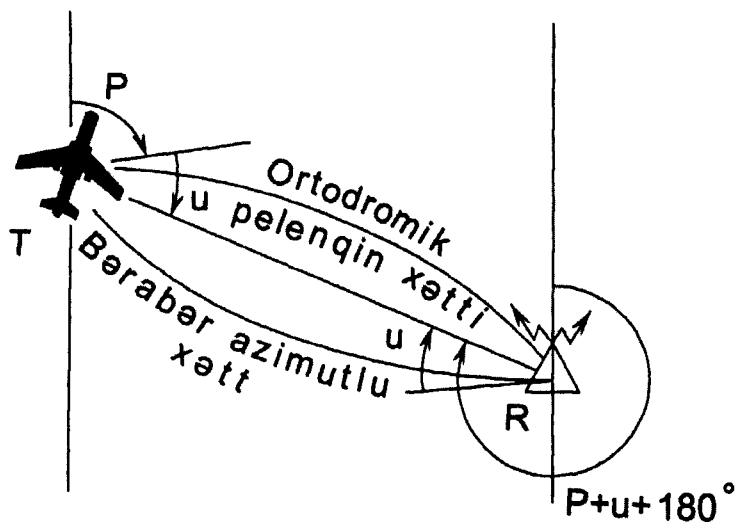
λ_p, φ_p – pelenqatorun koordinatları.



Şəkil 60. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə ortodromiya və loksodromiya aralarındakı bucaq

Düzəlişin işarəsi uzunluq dairələrinin fərqi ilə tapılır. $\lambda_t - \lambda_p$ Təyyarə pelenqinin düzəlişini düzgün nəzərə aldıqda təyyarənin pelenqi elə dəyişir ki, düz xəttin istiqaməti ekvatora yaxın olur.

Bərabərazimutlu xətlər çox mürəkkəb bir əyridir. Onları yalnız nöqtələrlə dəqiq qurmaq olar. Qabarıq tərəfi həmişə ekvator tərəfə yönəlib. Qısa məsafəli xətlərdə bərabər azimutlu xətlər ortodromiyaya simmetrik yerləşir. Xəritədə təyyarənin yerini tapanda bərabər azimutlu xətti düzəlişi u (şəkil 61) nəzərə almaqla düz xətlə (loksodromiya ilə) əvəz etmək olar.



Şəkil 61. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə bərabər azimutlu xətlərin düz xətlə əvəz edilməsi

u düzəlişi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$u = \frac{\lambda_r - \lambda_t}{2} \sin \frac{\varphi_r + \varphi_t}{2} \quad (142)$$

burada

λ_r, φ_r – radiostansiyanın koordinatları;

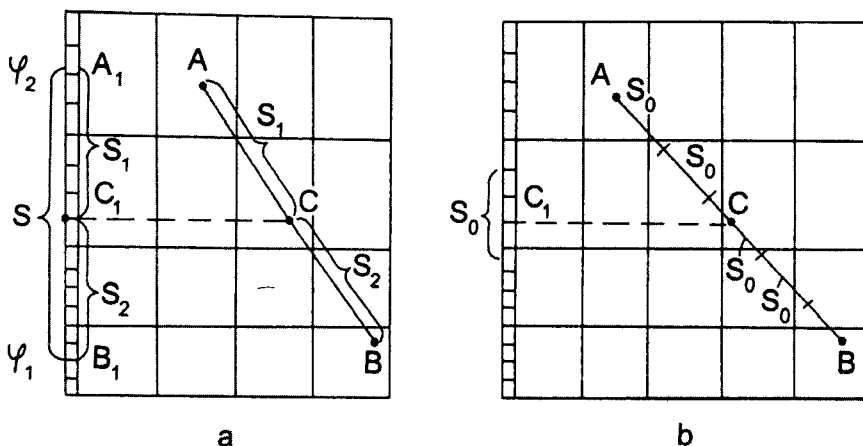
λ_t, φ_t – təyyarənin koordinatları.

Düzəlişin işarəsi uzunluq dairəsinin fərqi ilə tapılır ($\lambda_r - \lambda_t$). Düzəlişin düzgün hesablanması təyyarə pelenqini elə dəyişir ki, düz istiqamət qütbə yaxınlaşır.

Bərabərməsafəli xətlər və məsafələr fərqi bərabər olan xətlər çox qarışıq əyri xətlərlə əks olunurlar. Onları yalnız nöqtələrlə qurmaq olar.

Kəsmə paralellərdən uzaqlaşdıqca xüsusi miqyaslarda olan böyük dəyişikliklər çox vaxt imkan vermir ki, Merkator proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdə baş miqyasda adi miqyas xətkəsi ilə məsafəni ölçsən. Ona görə də bu xəritələrdə məsafələr xüsusi üsulla ölçülür.

Birinci üsul. Ölçülən AB parçasının orta nöqtəsi C-ni paralellər üzrə xəritə çərçivəsinin yan tərəfinə çıxarırlar (şəkil 62a). Alınmış C_1 nöqtəsindən pərgarla aşağı və yuxarı S_1 və S_2 parçaların ölçərək A_1 və B_1 nöqtələrini qeyd edirlər. A_1 və B_1 nöqtələrinin en dairələrinin dəqiqə ilə fərqi AB parçasının millə uzunluğunu verəcək. Çünki meridianın bir dəqiqəlik qövsü bir dəniz milinə (1852 m) müvafiqdir (bərabərdir).



Şəkil 62. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə məsafənin ölçülməsi

İkinci üsul. Xəritənin yan çərçivəsində orta S_1 nöqtəsini (şəkil 62b) meridian parçası S_0 millə (dəqiqə ilə) ölçürlər.

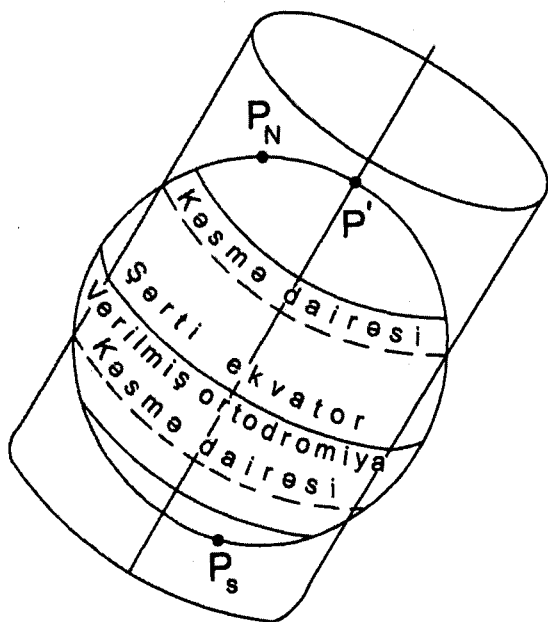
Pərgarla AB-nin uzunluğunu ölçürlər və S_0 parçasını qeyd edirlər. Qalan məsafə də bu miqyasda C_1 nöqtəsindən ölçülür və alınmış nəticəyə əlavə olunur.

Dəqiqliyinə görə hər iki üsul praktiki olaraq eynidirlər. AB parçasının uzunluğunu kilometrə almaq üçün mili (dəqiqəni) 1852-metrə vurmaq lazımdır.

§ 45. Çəpəki və köndələn bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyalar

Çəpəki və köndələn bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyalar 1:1000000, 1:2000000, 1:4000000 miqyaslı marşrut-uçuş xəritələrini tərtib etmək üçün tətbiq olunur. Bu proyeksiyaların qurulmasının əsası Merkatorun normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyasında ekvatorla yanaşı və ya az təhrifə məruz qalmış paralellərin kəsişməsində yer səthi zolağının əks olunmasıdır.

Çəpəki və köndələn proyeksiyalar şərti koordinatlarla qurulurlar. Marşrutun oxu keçən böyük dairə (ortodromiya) şərti ekvator qəbul olunur (şəkil 63).



Şəkil 63. Çəpəki bərabərbucaqlı silindrik proyeksiya

Marşrut oxu üzrə zolaq qanunla normal bərabər-
bucaqlı silindrik proyeksiyaya əsasən silindr səthinin
yan tərəfinə qlobusa toxunan verilmiş böyük dairəyə ke-
çirilir və ya onu iki kiçik dairədə kəsənə keçirilir.

Şərti meridian və paralellər şəbəkəsi (normal şəbə-
kə) çəpəki və köndələn bərabərbucaqlı silindrik proyek-
siyalarda merkator proyeksiyasının normal şəbəkəsi ilə
eynidirlər. Onu da yadda saxlamaq lazımdır ki, uçuş-
marşrut xəritəsinə normal şəbəkə yox, meridian və para-
lelləri mürəkkəb ayrılrlə əks olunan coğrafi şəbəkə keçir-
rilir. Təhrif xarakterinə görə proyeksiya bərabərbucaq-

lıdır. Baş istiqamət üzrə xüsusi miqyas şərti koordinatlar φ' , λ' toxunan silindr proyeksiyası üçün $m'=n'=\sec \varphi'$.

Köndələn silindrdə isə

$$m' = n' = \frac{\cos \varphi_1'}{\cos \varphi_1}$$

Şerti ekvatorada (çəpəki silindrdə) və ya şərti paralellərin kəsişməsində (köndələn silindrdə) təhrif olur. Şerti ekvatoradan və ya şərti paralellərdən uzaqlaşdıqca təhrif artır. Ən çox təhrif xəritə çərçivələrindədir.

Uzunluq təhrifini azaltmaq məqsədilə uçuş-marşrut xəritələri əsasən kəsən silindrdə tərtib olunurlar.

Məsələn 1:4000000 miqyaslı uçuş-marşrut xəritəsində əks olunan zolağın eni yerdə 2800 km və şərti paralellərin kəsişməsi, şərti ekvatoradan 7° - 8° geri qalanda xəttin xəritənin kənarlarında və ortasında maksimal təhrif 0,8%-dən 1,2%-ə qədər olur.

Uçuş-marşrut xəritələrinin əksəriyyətində şərti kəsişmə paralelləri 1:1000000 miqyaslı xəritələrdə şərti ekvatoradan 1° , 1:2000000 miqyaslı xəritədə 2° , 1:4000000 miqyaslı xəritələrdə isə 5° geri qalır. Bu xəritələrdə ox xətti ilə yanaşı, çəkilmiş xətlərdə təhrif müvafiq olaraq 0,02; 0,06; 0,38% təşkil edir.

Xəritənin ox xəttinin yaxınlığından keçən **ortodromiya** düz xətlə əks olunur. Xəritənin ox xəttindən kənardan keçən ortodromiya xəritənin kənarlarına yönəlmiş qabarıq əyri xətlərlə əks olunur. Ortodromiyanın

düz xətdən maksimal meyl etməsi xəritənin kənar tərəflərində olur.

Lazım gəldikdə xəttin ortodromiyadan yana meyl etməsi aşağıdakı düsturla tapılır:

$$l = 3,1 \cdot 10^9 \varphi S^2 \quad (143)$$

burada:

φ' - ortodromiyanın orta nöqtəsinin xəritənin ox xəttindən kənarlaşması km-lə;

S - ortodromiyanın uzunluğu km-lə.

1:4000000 miqyaslı xəritələrdə ortodromiyanın uzunluğu 1500 km olanda xəritə oxundan 600 və 1200 km uzaqlaşanda ortodromiya düz xətdən müvafiq olaraq 4 və 8 km meyl edir. Çox vaxt bu meyl etmə nəzərə alınmır.

Uçuş marşrutu xəritələrində coğrafi meridianların kiçik əyriliklərin nəzərə alsaq, qısa məsafələrdə **lokso-dromiyani** orta meridiandan ölçülmüş yol bucağında qeyd etmək olar.

Bərabər azimutlu xətlər dairəyə yaxındırlar və onları Qorşkovun çəkmə aləti ilə qeyd etmək olar. Onu düz xətlə əvəz edəndə meridianların toplaşması düzəlişi nəzərə alınmalıdır. Bu düzəliş aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\delta = (\lambda_r - \lambda_t) \sin \frac{\varphi_r + \varphi_t}{2} \quad (144)$$

burada:

λ_r, φ_r - təyyarənin koordinatları;

λ_r, φ_r – radiostansiyanın koordinatları.

Bərabər məsafəli xətlər və bərabər fərqli məsafələr çox mürəkkəb əyrilərlə əks olunurlar. Onları dəqiq qurmaq üçün hər bir nöqtəni öz koordinatları ilə qurmaq lazımdır.

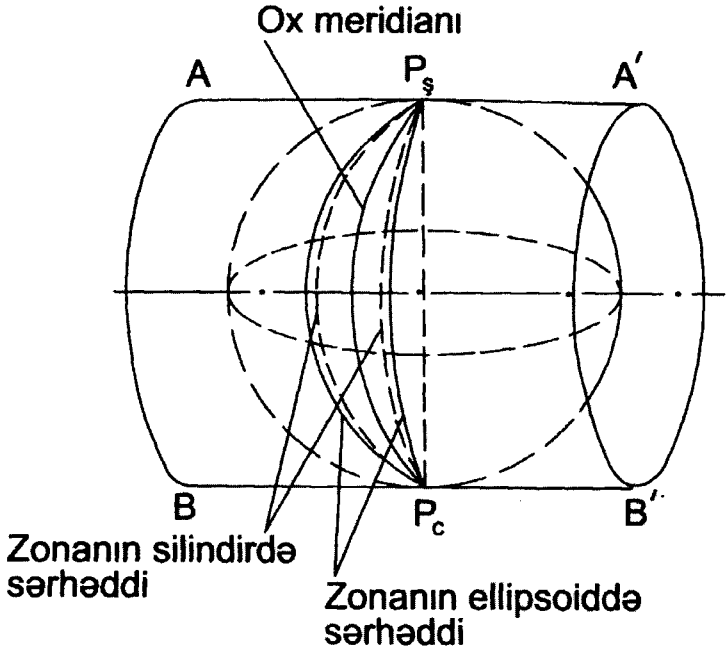
§ 46. Qaussun bərabərbucaqlı köndələn – silindrik proyeksiyası

Qauss proyeksiyası (alman riyaziyyatçısı Gauss tərəfindən 1825-ci ildə işlənib hazırlanıb) ellipsoid səthinin elliptik oxu qlobusun fırlanma oxuna perpendikulyar olan silindr səthinin yan tərəfinə keçirilməsi ilə alınır.

Beləliklə, Gauss proyeksiyası Yerın basıqlığını nəzərə almaqla tərtib olunur. Bir silindrə uzunluq dairəsi 6° olan yer səthinin ensiz bir zolağı keçirilir (şəkil 64).

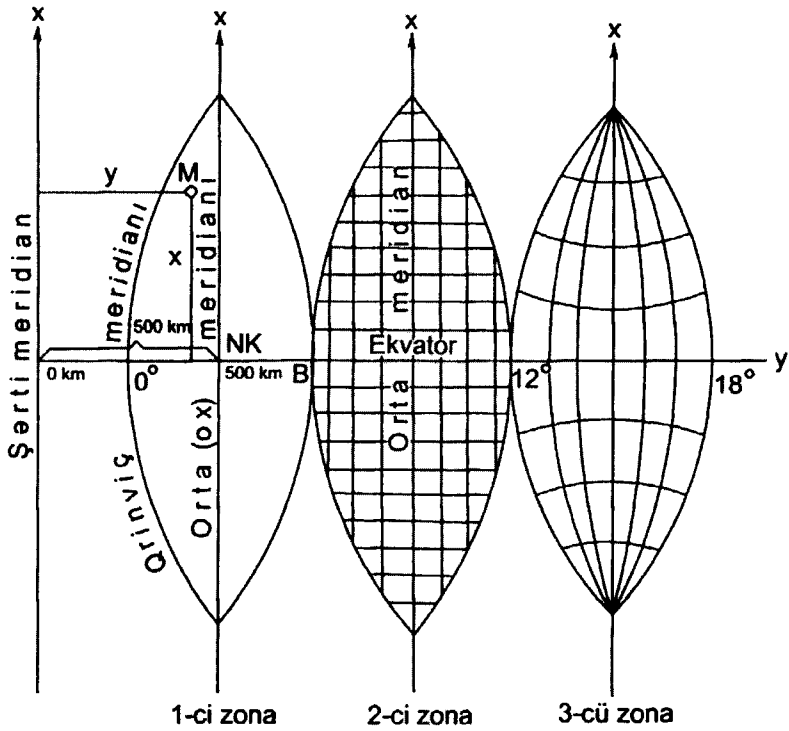
Silindr orta meridian zonasında qlobusa toxunur. Hər bir zona 1:1000000 miqyaslı beynəlxalq qrafikaya müvafiq xəritə vərəqələri kolonkasına bölünürlər və hər bir zona 6° -dən bir uzunluq dairəsi ilə məhdudlaşır.

Zonalar Qrinvic meridianından şərqə nömrələnirlər. Birinci zona 0° və 6° meridianlar arasında yerləşir. Azərbaycan ərazisi en dairəsi üzrə $44^\circ 30' - 51^\circ 00'$ 38-ci zonadan başlayaraq iki zonanı tutur.



Şəkil 64. Qauss proyeksiyası

Qlobus səthi silindrin yan səthinə merkator proyeksiyasının qanunu ilə keçirilir. Beləliklə, Qauss proyeksiyası bərabərbucaqlıdır ($m' = n' = \sec\varphi$) və onun şərti meridian və paralelləri merkator proyeksiyasının normal şəbəkəsinin eynidir. Uzunluqda təhrif şərti ekvator dan (toxunan meridiandan) uzaqlaşdıqca şərti en dairəsinin sekansına proporsional artır. Silindri müstəvidə açanda və qonşu zonaları ekvator boyu yerləşdirəndə 65-ci şəkildəki kimi bir vəziyyət alınacaq.



Şəkil 65. Qaussun düzbucaqlı müstəvi koordinat sistemi

Bu şəkilin üçüncü zonasında geodeziya meridian və paralellər şəbəkəsinin ümumi görünüşü verilib. Hər bir zonada ox meridianı (toxunan meridian kimi) natural böyüklüyündə düz xətlə əks olunur. Zonanın qalan meridianları əyri xətlə əks olunurlar. Ox meridianından uzaqlaşdıqca əyrilik artır. Qlobusda bütün meridianlar eyni uzunluğa malikdirlər. Beləliklə, zonanın orta meri-

dianından başqa bütün meridianlar qlobusdakı müvafiq meridianlar kimi dartılmış olurlar.

Ekvator düz xətlə, qalan paralellər isə əyri xətlə əks olunurlar. Bütün paralellər, o cümlədən ekvator da meridianların dartılmalarına proporsional olaraq dartılırlar. Yuxarıda deyilənlərdən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, Qauss proyeksiyasında xəttin maksimal təhrifi ekvator da hər bir zonanın sərhədində olur (hər 100 km məsafəyə 137 m, yəni 0,137%). Çünki $V_{max} = m' - 1 = \sec^2 \varphi - 1 = 1,00137 - 1 = 0,00137$.

Təyyarənin idarə olunması üçün məsələ həllində bu təhriflər nəzərə alınmır və bu proyeksiyanı həm bərabər bucaqlı, həm bərabər aralı və həm də eyni böyüklükdə qəbul edirlər, yəni bu proyeksiyada tərtib olunmuş xəritəni plan kimi qəbul edirlər.

Qaussun hər bir zonası meridian və paralellərlə ayrı (tək) xəritə vərəqinə bölünürlər. Beləliklə, xəritə vərəqinin çərçivələri meridian və paralellərdir. Qauss proyeksiyasında topoqrafik xəritələr 1:500000 və daha iri miqyasda tərtib olunurlar. Aviasiyada Qauss proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdən hədəf (nişan) xəritəsi kimi istifadə olunur.

1:500000 miqyaslı xəritələrdə geodeziya koordinat şəbəkəsi çəkilib və xəritənin çərçivələrində kilometr şəbəkəsinin çıxışı verilib. 1:200000 və daha iri miqyaslı xəritələrdə Qauss düzbucaqlı koordinat sistemində kilometr şəbəkəsi verilir.

Yol xətti və vəziyyət xətti Qauss proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdə çəkiləndə heç bir çətinliklə üzləşilmir, çünki bu xəritələr plan kimi qəbul olunurlar. Qauss proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdə ortodromiya düz qeyd olunur.

Loksodromiya isə ümumi halda loqarifma spiralinin qövsü kimi əks olunur, baxmayaraq ki, onun düz xəttədən meyl etməsi çox azdır.

Bərabər azimutlu xətlər dairə kimi əks olunurlar. Bununla belə, onlar düz xətlə əvəz olunurlar ki, o da meridianların toplaşması bucağı nəzərə alınmaqla həyata keçirilir.

$$\delta = (\lambda_r - \lambda_l) \sin \varphi_{or} \quad (145)$$

burada:

φ_{or} - xəritə blokunun və ya xəritə vərəqinin orta en dairəsidir.

Bərabər məsafəli xətlər dairə şəklində əks olunurlar. İri miqyaslı xəritələrdə bərabər fərqli məsafə xətləri qurulmur.

§ 47. Qaussun düzbucaqlı müstəvi koordinat sistemi

1:500000 və daha iri miqyaslı topoqrafik xəritələrdə geodeziya şəbəkəsindən başqa düzbucaqlı koordinat şəbəkəsi də keçirilir.

Qauss təklif etmişdir ki, yer ellipsoidi 60° -dən bir meridianlarla 60 bərabər zonaya bölünsün. Hər bir zonada ox (orta) meridianı absis (X), ekvator isə ordinat (Y) oxu kimi qəbul olunsun. X və Y oxlarının kəsişmələri koordinat başlanğıcı qəbul olunsun ki, biz bu zona üçün Qauss müstəvi düzbucaqlı koordinat sistemi alağ. Beləliklə, hər bir zonanın özünün koordinat oxları və koordinat başlanğıcı olacaqdır. Başqa sözlə, özünün ayrı koordinat sistemi olacaqdır (şəkil 65). Bununla bərabər koordinat oxlarının (ox meridianı və ekvator) hər bir zonada koordinat başlanğıcı Qrinviç meridianına nisbətən yer ellipsoidində özünün xüsusi vəziyyəti olacaq. Onu da qeyd edək ki, ekvator bütün zonalar üçün ümumdür.

Beləliklə, Qaussun düzbucaqlı koordinat sistemi ilə geodeziya koordinat sistemi arasındakı əlaqə onunla bağlıdır ki, hər bir zonada X bir meridiandan o birinə yerini dəyişir (zonanın ox meridianı ilə), Y oxu isə ekvatorla. Koordinat oxları zonanı dörd yerə bölür. Hesablama X oxunun müsbət tərəfindən saat əqrəbi istiqamətində aparılır. Hər hansı bir M nöqtəsinin müstəvidə vəziyyəti onun X və Y oxlarından nə qədər aralı olmaları ilə tapılır. Beləliklə, müstəvidə nöqtənin vəziyyətini koordinat oxlarına nisbətən (ox meridianına və ekvatora) tapmağa (müstəvi düzbucaqlı koordinatlara) *xətti kəmiyyət* (X və Y) deyilir. Hər bir 60° -li zonada X koordinatlarının hesablanması ekvator qütblərə doğru apa-

rılır. Ümumi qanun belədir: ekvatordan şimala X-in qiyməti müsbətdir, ekvatordan cənuba doğru isə X-in qiyməti mənfidir. Y-in qiyməti ox meridianından şərqə müsbət, qərbə isə mənfidir.

Mənfi koordinatlardan qaçmaq üçün (Y), şərti qəbul olunub ki, hər bir zonanın ox meridianını sıfır yox, 500 km götürülsün. Bununla X oxunu elə bil ki, ox meridiandan qərbə doğru 500 km çəkirlər, buna da *şərti ox meridianı* deyilir. Onda Y qiyməti ox meridianından solda olan nöqtələr üçün 500 km az, sağda olan nöqtələr üçünsə 500 km çox olacaq. Nə qədər ki, hər bir zonada ordinat rəqəmlər təkrar olunurlar, nöqtənin hansı zonda olduğunu tapmaq üçün ordinatın (Y) qabağında zonanın nömrəsi yazılır. Məsələn, hədəfin koordinatları belədir: X=6346650 m, Y=4522800 m. Bu o deməkdir ki, hədəf ekvatordan şimala 6346650 m, ox meridianından şərqə 4-cü zonada 22800 m məsafədə yerləşir (522800 m-500 km=22800 m).

Başqa bir misal. Yaxın naviqasiyada radiotexniki sistemin (YNRS) koordinatları X=5862300m, Y=15323500 m. Bu da o deməkdir ki, YNRS ekvatordan şimala 5862300 m məsafədə, 15-ci zonanın ox meridianından qərbə 176500 metrlik məsafədə yerləşir (500 km-323500m=176500m). Müstəvidə (xəritədə) düzbucaqlı koordinatların tapılmasını sadələşdirmək üçün koordinat oxlarına (ox meridianına və ekvatora) paralel hər kilometrdən bir düz xətt çəkilir. Ona görə də

düzbucaqlı koordinat şəbəkəsinə kilometr şəbəkəsi, xətlərinə isə kilometr xətti deyilir. Kilometr şəbəkəsinin kvadratının hər bir tərəfi neçə kilometrdən olduğu topoqrafik xəritənin miqyasından asılı olduğu 18-ci cədvəldə verilmişdir.

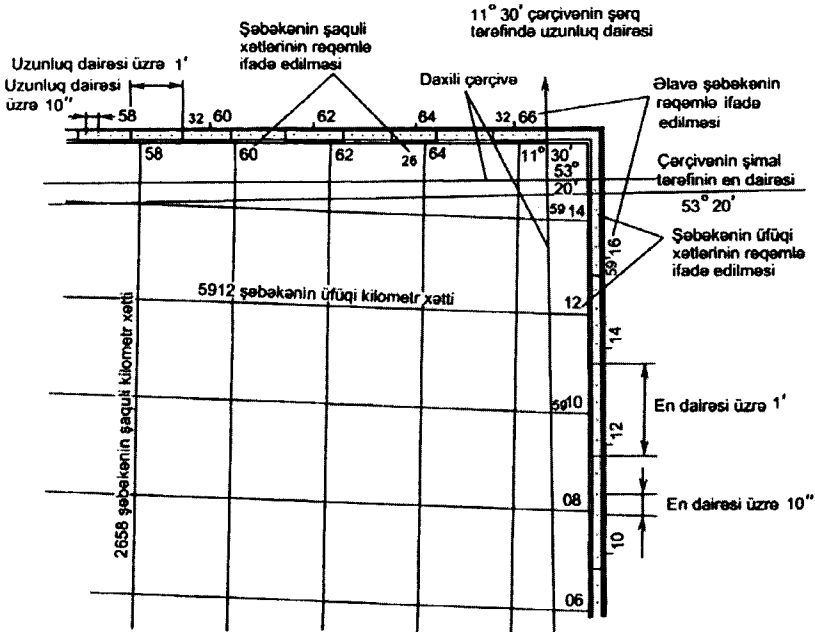
Cədvəl 18

Xəritənin miqyası	Kvadrat tərəfinin ölçüsü	
	xəritədə, sm-lə	yardə, km-lə
1:25000	4	1
1:50000	2	1
1:100000	2	2
1:200000	2	4

Xəritədə düzbucaqlı koordinat şəbəkəsinin olması imkan verir ki, xəritədə olan istənilən nöqtənin koordinatları asanlıqla tapılsın. Ondan başqa, koordinat şəbəkəsindən direksion bucaqların tapılmasında, obyektin xəritədə axtarılmasında, məsələnin qoyuluşunda, xəbərlərin hazırlanmasında, məsafənin tez gözəyari tapılmasında, sahələrin təxmini öyrənilməsində, istiqamətin tapılmasında, xəritənin oriyentirlənməsində, məruzədə istifadə edilir.

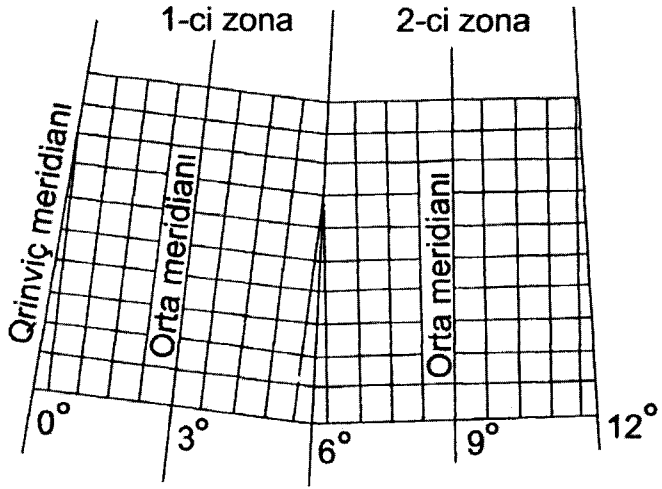
Kilometr şəbəkəli xəritələrdəki xətlərin hamısında rəqəm yazılır. Xəritə vərəqinin küncələrində kilometr tam rəqəmlərlə yazılır, qalan xətlərdə isə qısaldılmış rəqəm (iki rəqəm) yazılır (şəkil 66). Beləliklə, xəritə vərəqinin şimal çərçivəsindəki 5914 rəqəmləri onu göstərir ki, bu xətt ekvator dan şimala 5914 kilometrliyindən keçir. Sağ

şaquli xətdəki 2664 rəqəmi isə xəttin ikinci zonada olduğunu və ox meridianından şərqi doğru 164 km-dən (664 km-500km=164km) keçdiyini göstərir.



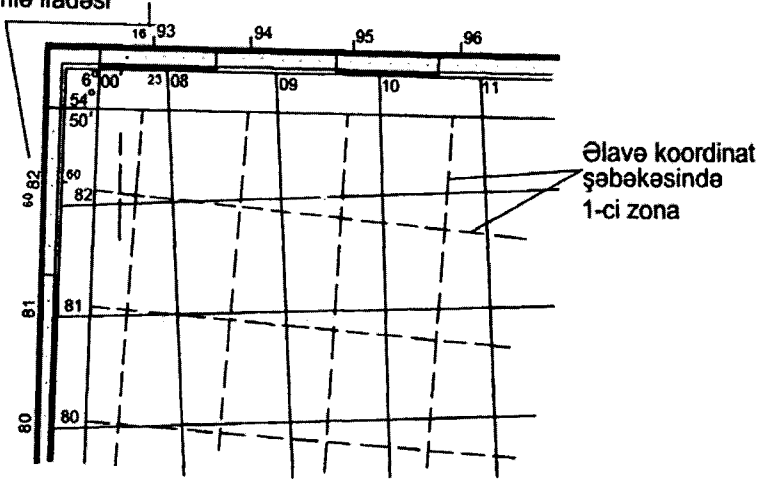
Şəkil 66. 1:100000 miqyaslı topoqrafik xəritə çərçivəsinin tərtibatı

Qonşu zonaların sərhəddindəki əlavə kilometr şəbəkəsi. Kilometr şəbəkəsinin şaquli xətləri zonanın ox meridianına paraleldirlər. Qonşu zonanın ox meridianları bir-birinə paralel olmadıqları üçün iki zonanın birləşdiyi yerdə xəritə vərəqlərini yapışdıranda hər iki şəbəkənin şaquli kilometr xətləri bir-birilə müəyyən bir bucaq altında birləşəcəklər (şəkil 67).



a

Əlavə şəbəkənin
rəqəmlə ifadəsi



b

Şəkil 67. Qonşu zonaların kilometr şəbəkəsindəki xətlərin qarşılıqlı yerləşmələri (a) və əlavə koordinat şəbəkəsi (b)

İki zona arasındakı obyektin koordinatları tapılanda, obyektin koordinatlarını bir zonadan digərinə hesablamaq lazımdır. Bu çox zəhmət tələb edən bir işdir. Bu işi aradan qaldırmaq üçün hər bir zonanın bütün xəritə vərəqlərində zonanın sərhəddindən şərqə və qərbə 2^o həddində öz zonasının kilometr şəbəkəsindən başqa qonşu zonalarında kilometr şəbəkəsini (şərq və qərb) çərçivə kənarında qısa xətlərlə qeyd edirlər. Əlavə şəbəkənin yazıları çərçivənin xaricində yazılır. 66-cı şəkildə ikinci zonada yerləşən xəritə vərəqi verilmişdir. Çərçivənin şərq tərəfində üçüncü zona üçün koordinat şəbəkəsinin çıxışları belə verilmişdir. 5910, 5914, 5916, şimal çərçivəsi üçün isə – 3258, 3260, 3262, 3264, 3266. Xəritədə əlavə şəbəkənin olması imkan verir ki, obyektin koordinatlarını bir zonadan başqasına qrafiki üsulla hesablayasan. Xəritədə əlavə şəbəkə yaratmaq üçün karandaş və ya tuşla əlavə koordinat şəbəkəsinin çıxışlarını eyni qiymətli şərq və qərb çərçivələri və cənub və şimal çərçivələri ilə birləşdirmək lazımdır. Əlavə şəbəkə çəkiləndə işdə buraxılan səhv xəritədə koordinatların tapılmasındakı səhvə gətirir.

Qaussun düzbucaqlı koordinat sistemindən yerüstü radiotexniki vasitələrin geodeziya əlaqələnmələrində, yeni nişan-naviqasiya kompleksində təyyarə dayanacaqlarının və sair aerodromda geodeziya bağlamalarında istifadə olunur.

VIII FƏSİL

AZİMUTAL PROYEKSIYALARDA XƏRİTƏLƏR

§ 48. Azimutal proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat və onların təsnifatları

Qlobus səthinin toxunan və ya şəkil müstəvisi adlanan kəsən müstəviyə keçirilməsi ilə azimutal proyeksiya alınır.

Azimutal proyeksiyalarda normal şəbəkənin meridianları düz xətlə əks olunurlar. Bu düz xətlər proyeksiyanın qütbündə uzunluq dairələrinin fərqi qədər bucaq altında toplaşirlar. Paralelləri isə mərkəzi proyeksiyanın qütbü olan dairə şəklində bir yerə toplanırlar. Bu vaxt paralelin radiusu en dairəsinin funksiyası olur. Buna müvafiq olaraq azimutal proyeksiyanın qütb koordinat sistemində ümumi tənliyi belə olacaq.

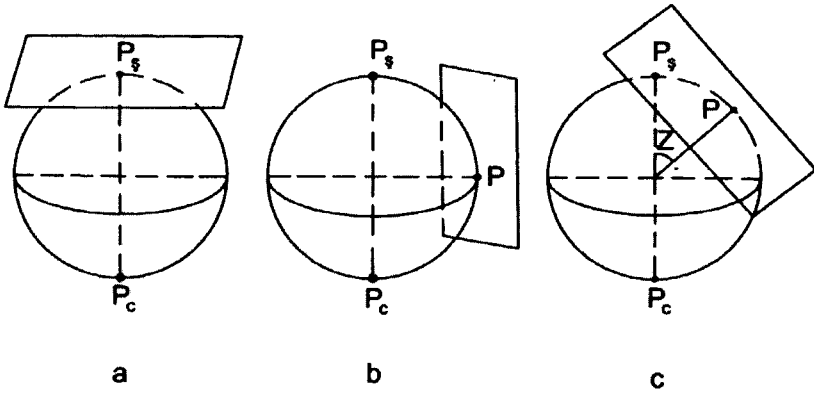
$$\left. \begin{aligned} \delta &= \Delta\lambda; \\ \rho &= f(\varphi) \end{aligned} \right\} \quad (146)$$

burada

δ - xəritədəki meridianlar arasındakı bucaq;

ρ - paralellərin radiusu.

Şəkil müstəvisinin qlobus səthinə nisbətən vəziyyətindən asılı olaraq bütün azimutal proyeksiyalar üç qrupa bölünür (şəkil 68).



Şəkil 68. Azimutal proyeksiyaların görünüşləri:
a- qütb; b – ekvatorial; c – çəp

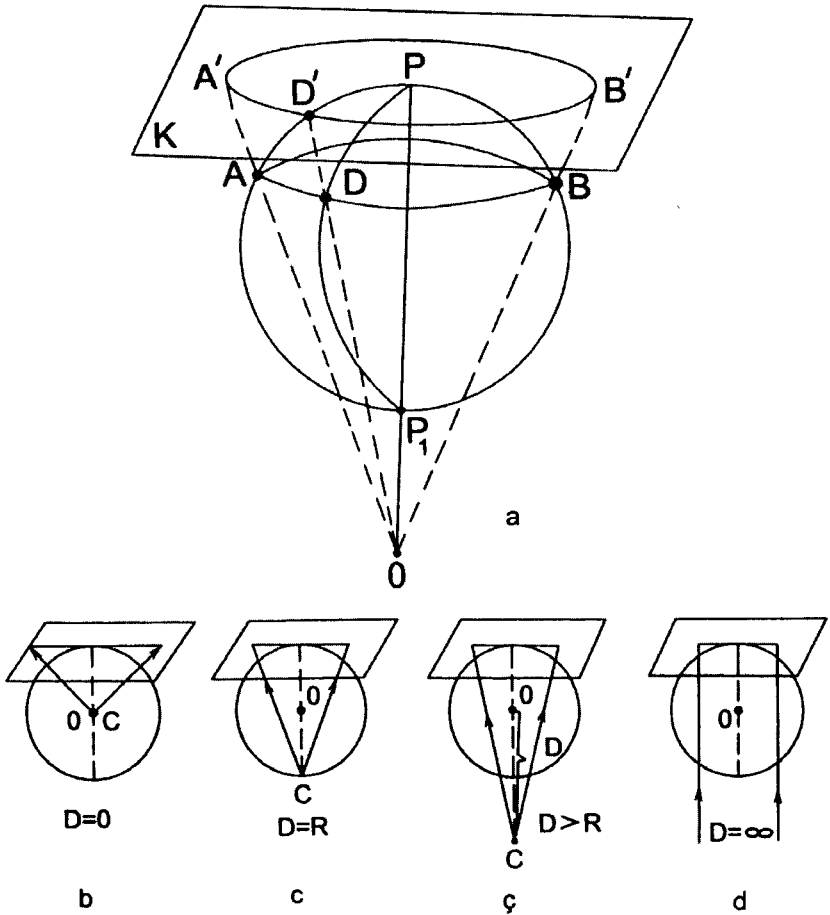
- qütb (və ya normal) – qütb nöqtəsində şəkil müstəvisi qlobus səthinə toxunanda (şəkil müstəvisinə olan normal qlobusun fırlanma oxu ilə üst-üstə düşür);

- ekvatorial (və ya köndələn), şəkil müstəvisi qlobus səthinə ekvatorada toxunanda (normal şəkil müstəvisinə qlobusun fırlanma oxuna perpendikulyar olanda);

- çəp (və ya üfüqi), şəkil müstəvisi qlobus səthindəki qütblə ekvator arasında yerləşən nöqtədə toxunanda (şəkil müstəvisindəki normal qlobusun fırlanma oxu ilə z bucağı əmələ gətirir).

Azimutal proyeksiyalardan ən çox istifadə olunan perspektiv proyeksiyadır. Bu proyeksiya həndəsi perspektiv qanunu əsasında qurulur.

Azimutal perspektiv proyeksiyalarda yer kürəsinin meridian və paralellərinin proyeksiyası hər hansı bir baxış nöqtəsindən gələn şüalar üzərində alınır (şəkil 69).



Şəkil 69. Perspektiv proyeksiyaların görünüşləri
a – perspektiv proyeksiyanın alınma sxemi; b – mərkəzi;
c – stereoqrafik; ç – xarici; d – ortoqrafik

69^a şəkilində **O** nöqtəsinə *baxış nöqtəsi* (göz), üzərində proyeksiya alınmış *k* müstəvisinə isə *şəkil müstəvisi*

deyilir. Şəkil müstəvisi hər hansı bir nöqtədə xəyalən kürəyə toxunan, bəzən onu kəsən vəziyyətdə, baxış nöqtəsi isə şəkil müstəvisinə perpendikulyar olan diametr üzərində götürülür.

Baxış nöqtəsindən AB paralelinə və PDP, meridianın müxtəlif nöqtələrinə gələn şüaları fərz edək. Bu şüaların şəkil müstəvisi ilə görüşməsindən alınan nöqtələri uyğun xətlərlə birləşdirsək alınmış təsvir həmin paralel və meridianın perspektiv proyeksiyası olacaqdır. Onu da demək olar ki, fotoşəklin özü də perspektiv təsvirin bir misalıdır. Burada fotoplastinkada – şəkil müstəvisi, obyektivin mərkəzi – baxış nöqtəsi, plastikada alınan təsvir isə perspektiv təsvirdir.

Perspektiv proyeksiyaların ən sadə halı şəkil müstəvisinin yer qütblərindən birinə toxunan vəziyyəti hesab olunur. Bu halda alınmış proyeksiya qütbi (yaxud normal) **perspektiv proyeksiya adlanır**. Normal perspektiv proyeksiyalarda meridian və paralellər düz bucaq altında kəşifirlər. Ona görə də meridian və paralellərin istiqaməti təhrif ellipsinin baş istiqamətləri olur. Həmin proyeksiyada meridian və paralellər üzrə miqyaslar ($m; n$) ekstremal olaraq ədədi qiymətcə təhrif ellipsinin böyük və kiçik ($a; b$) yarımoxlarına bərabərdir.

Qlobusun mərkəzinə baxış nöqtəsindən asılı olaraq bütün perspektiv proyeksiyalar dörd qrupa bölünürlər:

- mərkəzi – baxış nöqtəsi C qlobusun mərkəzi ilə üst-üstə düşür;

- stereoqrafiki – baxış nöqtəsi qlobus səthində şəkil müstəvisinin qlobus səthində toxunduğu nöqtədən diametral əks tərəfdə yerləşir;

- xarici – baxış nöqtəsi qlobusdan kənarında yerləşir;

- ortoqrafik* - baxış nöqtəsi sonsuzluğa keçirilib, yəni proyeksiya paralel şüalarla həyata keçirilir.

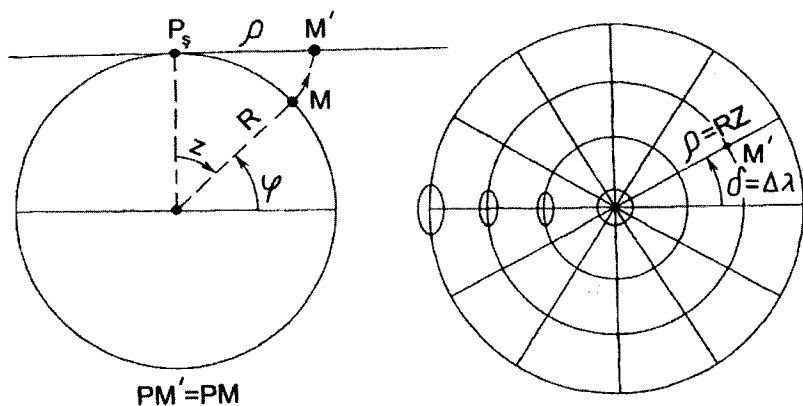
Təyyarənin idarə olunmasında bərabəraralı azimutal, mərkəzi və stereoqrafik qütb proyeksiyalarında tərtib olunmuş xəritələrdən geniş istifadə olunur.

§ 49. Bərabəraralı azimutal proyeksiya

Bərabəraralı azimutal proyeksiyanı aşağıdakı kimi əldə etmək olar. Fərz edək ki, qlobusun meridianları – əyilgən polad çubuqlar P_φ qütbünün şəkil müstəvisində möhkəm bağlıdır, paralellər isə – rezin sapla meridianlara bağlanıblar (şəkil 70). Əgər ekvator boyu meridianları parçalasaq, onlar düzələrək şəkil müstəvisinə radial yerləşəcəklər və qütbə $\delta = \Delta\lambda$ bucağı altında toplaşacaqlar. Bu zaman bütün paralellər dartılacaq və şəkil müstəvisində mərkəzi proyeksiyanın qütbü olan düzlər bir yerə yığılır ki, bunun da radiusu

$$\rho = RZ \text{ olacaq.}$$

* Ortoqrafiya – yunan sözü olub ortos-düz; grapho – yazıram deməkdir, yəni düzcızan, düzyazan deməkdir. Bu proyeksiyanı yunan alimi Apolloni eramızdan əvvəl 210-cu ildə təklif etmişdir.



Şəkil 70. Bərabəraralı azimutal proyeksiya

Burada

$$Z = 90^\circ - \varphi$$

Beləliklə, bu proyeksiyanın tənliyi belə olacaq:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= RZ \\ \delta &= \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (147)$$

Bu proyeksiyada meridianlar öz natural böyüklüyündə əks olunduqları üçün ($m=1$) en dairəsi bucaqları eyni dərəcədə çəkildikləri üçün paralellər arasındakı məsafə eyni olacaqdır.

Paralellər üzrə xüsusi miqyas vahiddən böyük olacaq ($n>1$) və qütbə uzaqlaşdıqca fərq artacaq (yəni Z bucağı artdıqca).

Meridian və paralellər üzrə xüsusi miqyaslar eyni olmadıqlarından ($m \neq n$), bu proyeksiya bərabərbucaqlı deyil, yəni xəritə üzərindəki bucaqlar, yer səthindəki müvafiq bucaqlara bərabər deyillər. Yalnız qütb nöqtəsi istisna olunur – burada $m=n=1$. Eyni bir meridian üzərində olan nöqtələr arasındakı məsafələr təhrifə məruz qalmırlar. Çünki meridianlar üzrə proyeksiya bərabər-aralıdırlar. 19-cu cədvəldə paralellər üzrə xüsusi miqyasların qiymətləri və Z bucağının müxtəlif qiymətlərində bucaqların təhrifləri verilmişdir.

Cədvəl 19

z^0	n	2ω
0	1,000	0°00'
5	1,008	0°03'
10	1,005	0°17'
15	1,012	0°40'
30	1,047	2°18'
60	1,209	10°52'
90	1,571	25°40'

Cədvəldən görünür ki, xəritənin mərkəzi nöqtəsindən 2500-3000 km aralananda məsafə təhrifi 4-5%, bucaq təhrifi isə 2^0 təşkil edir. Ona görə də bu proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələr naviqasiya üçün yaramırlar, yəni onlardan istifadə olunmur. Bu proyeksiyanın xüsusiyyəti – qütblərdə bucaqların təhrifsiz ötürülməsi və

normal şəbəkədə meridian üzrə təhrifin olmaması, məlumat kitabçalarında kiçik miqyaslı xəritələrin tərtibi üçün yararlıdır. Bu vaxt xəritədə mərkəzi nöqtə ya coğrafi qütb və ya aerodrom qovşağının mərkəzi götürülür. İri aerodrom qovşaqları üçün məlumat xəritələrinin 1:40000000 miqyasında, şimal və cənub yarımkürələri üçün isə 1:30000000 miqyasında xəritə tərtibi öz tətbiqini tapmışdır. Burada bort fəzası xəritəsi (BFX), ulduzlar arasında planetlərin yer dəyişmələri, aviasiyanın astronomik illik, şimal və cənub səmalarının ulduz xəritələri tərtib olunurlar.

§ 50. Mərkəzi qütb proyeksiyası

Qlobus səthindən hər bir nöqtəni şəkil müstəvisinə qlobusun mərkəzində yerləşən baxış nöqtəsindən çıxan şüa ilə keçirməklə mərkəzi qütb proyeksiya alınır (şəkil 71). Bu proyeksiyanın mahiyyətini belə fərz etmək olar. Tutaq ki, qlobus şəffaf bir materialdan hazırlanıb, meridian və paralellər şəbəkəsi isə onun səthinə qeyri şəffaf rəngdə çəkiliblər. Əgər qlobusun mərkəzində lampanı yandırsaq, onda meridian və paralellərin qlobusdakı kölgələri şəkil müstəvisində mərkəzi qütb proyeksiyasında şəbəkə əmələ gətirəcəklər.

Sadə həndəsi perspektivin nəticəsində normal şəbəkənin meridianları müstəvidə qütbdən çıxan düz xətt dəstəsi kimi, paralellər isə – bir yerə toplanmış dairələrlə əks olunacaqlar.

Meridianların toplaşması (yığışması) bucağı δ normal şəbəkədə uzunluq dairələrinin fərfinə $\Delta\lambda$ bərabərdir. Şəkil 71-dən görünür ki, paralellərin radiusunu aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$\rho = R \cdot ctg \varphi \quad (148)$$

Bu proyeksiyada ekvator əks oluna bilməz. Çünki

$$\rho = R \cdot ctg 0^\circ = \infty \quad (149)$$

Bu proyeksiyada M nöqtəsinin vəziyyəti qütb koordinatları ρ və δ ilə tapılacaq.

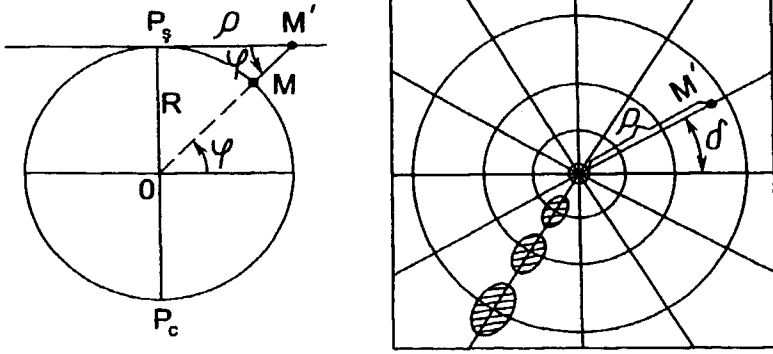
Qütb koordinatları ilə sferik koordinatları φ və λ əlaqələndirən tənliklərin cəmi proyeksiyanın tənliyini verəcəkdir:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= R \cdot ctg \varphi \\ \delta &= \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (150)$$

Mərkəzi qütb proyeksiyasındakı təhriflər xüsusi miqyasın böyüklüyü ilə (kəmiyyəti ilə) xarakterizə edilir:

$$\left. \begin{aligned} m &= \cos ec^2 \varphi \\ n &= \cos ec \varphi \end{aligned} \right\} \quad (151)$$

Meridian və paralellər üzrə xüsusi miqyasları müqayisə etdikdə belə bir qərara gəlmək olar ki, mərkəzi qütb proyeksiya və bərabər bucaqlı ($m \neq n$), nə bərabər aralı ($m \neq 1$, $n \neq 1$) və nə də eyniböyüklükdə ($mn \neq 1$) deyillər. Beləliklə, təhrifinə görə bu proyeksiya sərbəstdir.



Şəkil 71. Mərkəzi qütb proyeksiyası

Qütbdən uzaqlaşdıqca xüsusi miqyaslar böyüyürlər. Onu da qeyd etmək ki, xüsusi miqyasların böyüməsi meridianlar üzrə daha tez olur, nəinki paralellər üzrə. Ona görə də qlobusda götürülmüş ən kiçik dairəciklər bu proyeksiyada meridian üzrə dartılmış qütbdən aralandıqca böyüyən (en dairəsi kiçildikcə) ellips şəklində əks olunurlar.

Mərkəzi proyeksiyada təhrifin xarakteri haqqında məlumat 20-ci cədvəldə verilmişdir.

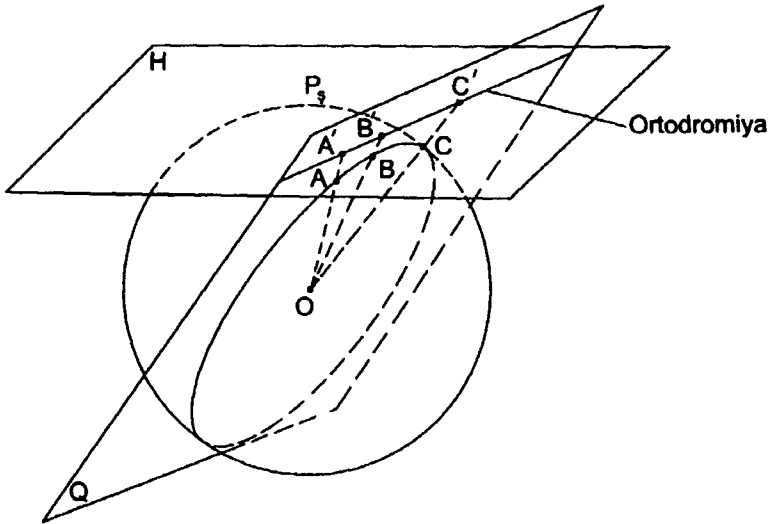
Cədvəl 20

φ	m	n	2ω	ρ
90	1,000	1,000	0°00'	1,000
80	1,031	1,015	0°52'	1,048
70	1,132	1,064	3°34'	1,260
60	1,333	1,155	8°14'	1,540
30	4,000	2,000	38°57'	8,000
0	-	-	180°00'	-

Cədvəldən görüldüyü kimi, qütbdən 10° aralanan-
da bucağın maksimal təhrifi 1° -ə çatır, 70° -ci paraleldə
isə $3^{\circ}34'$ -yə çatır. Xətti təhrif də gözə çarpanı. Bu
proyeksiyada məsafə və bucaqlarda təhrif çox
olduğundan bu proyeksiyada tərtib olunmuş
xəritələrdən naviqasiyada hələ istifadə olunmur.

Mərkəzi qütb proyeksiyasının ən yaxşı cəhəti odur ki,
istənilən ortodromiya düz xətlə əks olunur. Ona görə də
çox vaxt bu proyeksiyaya **ortodromik proyeksiya deyilir**.

72-ci şəkildən görünür ki, Q müstəvisi, böyük dairə
(ortodromiya) qövsünün müstəvisi, ABC şəkil müstəvisi
H-la $A'B'C'$ düz xətləri ilə kəşisir. Beləliklə, istənilən
böyük dairənin (ortodromiya) proyeksiyası şəkil müstə-
visində həmişə düz xətt kimi alınacaq.



Şəkil 72. Mərkəzi proyeksiyada ortodromiyanın əks olunması

Başqa yol xətlərinin və xəttin vəziyyətinin əks olunmalarının mürəkkəbliyi praktiki olaraq bu proyeksiyanın sferasının tətbiqini məhdudlaşdırır. Ortodromik mərkəzi qütb proyeksiyası elə bir şərait yaratdı ki, Arktika ərazisini öyrənmək üçün baş miqyası 1:2000000 olan aeronaviqasiya bort xəritəsi tərtib olundu.

Bu proyeksiya bərabərbucaqlı olmadığından xəritə üzərində transportirlə ölçülmüş istiqamətin bucağı onun yerdəki natural qiymətinə bərabər olmayacaq. Ona görə xəritədə ölçülmüş α' istiqamətindən α həqiqi istiqamətə keçmək və xəritədə α bucağını qurmaq üçün 91-ci düsturdan istifadə edərək yaza bilərik:

$$\operatorname{tg}\alpha' = \frac{b}{a} \operatorname{tg}\alpha \quad (150)$$

Bizim proyeksiyada:

$$\left. \begin{aligned} a &= m = \operatorname{cosec}^2\varphi \\ b &= n = \operatorname{cosec}\varphi \end{aligned} \right\} \quad (151)$$

Beləliklə,

$$\operatorname{tg}\alpha' = \sin\varphi \operatorname{tg}\alpha \quad (152)$$

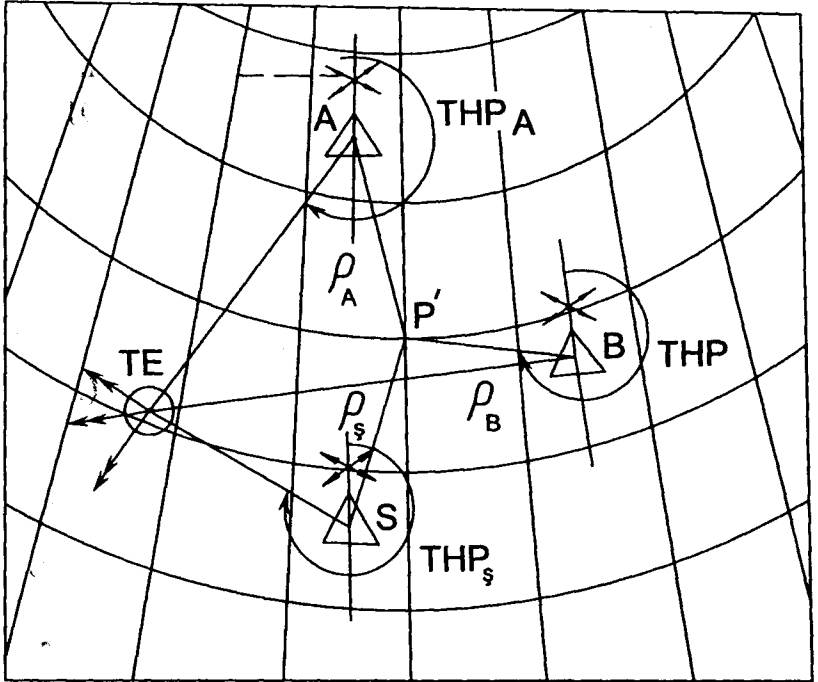
və ya

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\alpha' \operatorname{cosec}\varphi \quad (153)$$

Bu düsturlarla xüsusi transportir-*qnomonik* hazırlanıb ki, onun üzərində 50⁰-dən 90⁰-yə qədər en dairəsi üçün azimutal şkala cızılıb. Bu transportirin köməkliyi

ilə xəritədə istiqaməti tapmaq üçün onun şkalasından istifadə olunur. Transportirin mərkəzində qoyulmuş en dairəsi xəritədəki nöqtənin müvafiq en dairəsinin üstünə qoyularaq istiqamət tapılır.

Ortodromik xüsusiyyət çəpəki mərkəzi proyeksiyalara da aiddir. Çünki bu imkan verir ki, yerüstü radiopelenqator bazasının xəritələri bu proyeksiyada tərtib olunsun. Bu xəritələrdə radiopelenqatordan təyyarəyə həqiqi pelenqlər düz xətt şəklində qeyd olunurlar (şəkil 73).



Şəkil 73. Çəpəki mərkəzi proyeksiyada meridian və paralellər şəbəkəsinin görünüşü

Proyeksiyanın tənliyi şərti sferik koordinatlarda φ' və λ' belə olacaq:

$$\left. \begin{aligned} \rho' &= R \cdot \operatorname{ctg} \varphi' \\ \delta' &= \Delta \delta' \end{aligned} \right\} \quad (154)$$

$$\left. \begin{aligned} \rho' &= R \operatorname{tg} z' \\ \delta' &= \Delta \lambda' \end{aligned} \right\} \quad (155)$$

Baş istiqamətlər üzrə xüsusi miyqaslar bərabərdirlər:

$$\left. \begin{aligned} m' &= \operatorname{cosec}^2 \varphi' = \operatorname{sec}^2 z'; \\ n' &= \operatorname{cosec} \varphi' = \operatorname{sec} z' \end{aligned} \right\} \quad (156)$$

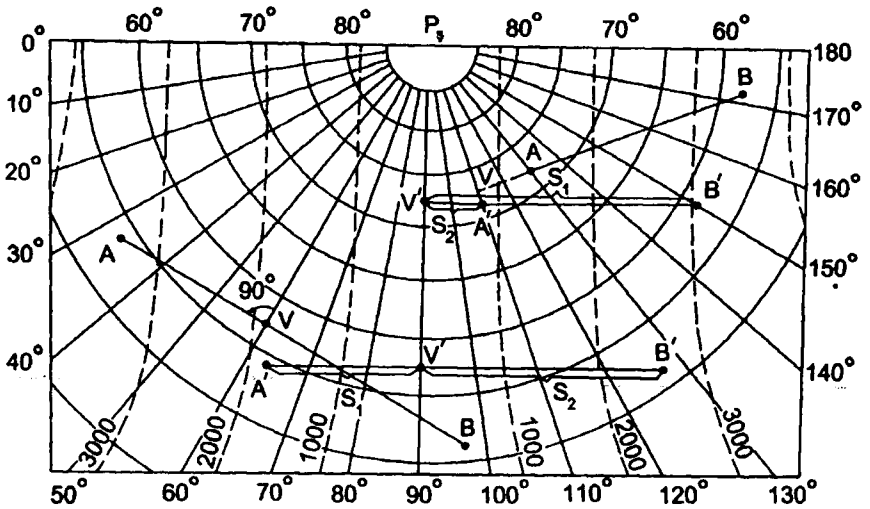
Beləliklə, təhriflər xarakter və böyüklüyünə görə mərkəzi qütb proyeksiyasının təhriflərinə müvafiqdirlər. Onu da qeyd edək ki, mərkəzi qütb proyeksiyasında qütbün yaxınlığında təhriflər çox az olur. Hesablamalar göstərir ki, proyeksiyanın qütbündən 800 və 1000 km uzaqlaşanda bucaqların maksimal təhrifi müvafiq olaraq 0,5 və 1⁰-dən çox olmur. Ona görə də çəpəki mərkəzi proyeksiyanın qütbü P' (şəkil müstəvisinin toxunan nöqtəsi) pelenqator bazasının mərkəzi seçilir.

Radiopelenqator proyeksiya qütbündən 1000 km-dən çox aralı olanda həqiqi pelenqi çəkmək üçün *qno-monik* transportirdən və ya radiopelenqatorların olduqları nöqtələrdə aşağıdakı düsturla hesablanmış azimutal şkalanı qeyd etmək lazımdır.

$$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi' = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{cos} z' \quad (157)$$

Onu da xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, çəpəki mərkəzi proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə coğrafi meridian şəbəkəsi böyük dairələrin qövsləri kimi düz xətlərlə əks olunurlar, paralellər isə mürəkkəb əyirlərlə.

Mərkəzi qütb və çəpəki mərkəzi proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdən ortodromiyanın aşağıdakı elementlərini (ünsürlərini) qrafiki tapmaq olar: ara nöqtələrin koordinatlarını və **verteks** nöqtəsini, yolun başlanğıc bucağını və ortodromiyanın uzunluğunu. Bu məqsədlər üçün mərkəzi qütb proyeksiyasında normal qnomonik şəbəkədən də istifadə etmək olar (şəkil 74).



Şəkil 74. Qnomonik şəbəkənin köməyi ilə ortodromiya uzunluğunun ölçülməsi

Ara nöqtələrin koordinatlarını tapmaq üçün şəbəkəyə marşrutun başlanğıc və sonuncu nöqtələrini koordinatlarına əsasən keçirib düz xətlə onları birləşdirirlər. Sonra alınmış düz xətt üzərində istənilən sayda ara nöqtələri qeyd olunur. Bundan sonra şəbəkədə onların koordinatları – en və uzunluq dairələri tapılır. Bu halda koordinatların tapılması dəqiqliyi şəbəkənin miqyasından asılıdır. Əgər şəbəkənin baş miqyası 1:40000000 olarsa, onda nöqtənin koordinatları en dairəsi üzrə 5', uzunluq dairəsi üzrə isə 10' səhvlə tapılacaq.

Bu dəqiqlik kifayətdir ki, qabaqcadan (əvvəlki) hesablamalarda uzun marşrutları xəritədə əks etdirmək (çəkmək) üçün ortodromiyada tərtib olunan xəritələr siyahısına salınsın. Şəbəkədə məsafəni ölçmək üçün orada əyri qırıq xətlər (punktir) çəkilib. O xətlər orta meridiandan bir-birinə nisbətən eyni məsafədə çəkiliblər.

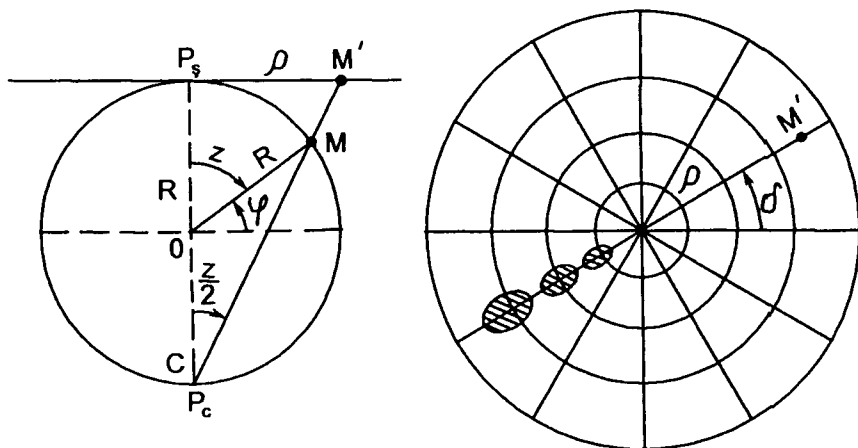
AB ortodromiyasını tapmaq üçün (şəkil 74), əvvəlcə verteks nöqtəsini V tapırlar, sonra AB xəttini elə yerləşdirirlər ki, verteks nöqtəsi V' vəziyyətini alsın. Yəni orta meridianda qütbdən V qədər məsafədə və ortodromiya isə orta meridiانا perpendikulyar olsun. Onda ortodromiyanın uzunluğu (aşağı ortodromiyada) S_1+S_2 parçalarının cəminə və ya (yuxarı ortodromiya) fərqi (S_1-S_2) bərabər olacaq.

§ 51. Stereografik qütbü proyeksiya

Stereografik qütbü proyeksiya qlobus səthindəki bütün nöqtələrin şəkil müstəvisinə qlobus səthində yerləşən baxış nöqtəsindən çıxan şüalarla keçirilməsi ilə alınır. Fərz edək ki, qlobus şəffaf materialdan hazırlanıb, meridian və paralellər isə qara rənglə çəkiliblər. Tutaq ki, qlobusdakı baxış nöqtəsində lampa yanır, onda meridian və paralellərin kölgələri şəkil müstəvisində stereografiki proyeksiyanın normal şəbəkəsi kimi alınacaq. Normal şəbəkə meridianları düz xətlərin dəstəsi şəklində qütbə $\delta = \Delta\lambda$ bucağı altında, paralellər isə radiusu

$$\rho = 2R \operatorname{tg} \frac{z}{2} \quad (158)$$

olan konsentrik dairelər şəklində əks olunacaqlar (bax: şəkil 75).



Şəkil 75. Stereografik qütbü proyeksiya

Burada $z=90^{\circ}-\varphi$.

Onda stereoqrafik proyeksiyanın tənliyi belə olacaq:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= 2Rtg \frac{z}{2} \\ \delta &= \Delta\lambda \end{aligned} \right\} \quad (159)$$

Paralellərin radiusu $tg \frac{z}{2}$ -ə proporsional dəyişdiyi üçün eyni dərəcədə çəkilmiş en dairəsində olan paralellər arasındakı məsafə qütbdən uzaqlaşdıqca artacaq.

Bu proyeksiyada meridian və paralellərin xüsusi miqyasları bir-birinə bərabər olacaq və aşağıdakı düsturla tapılırlar:

$$m = n = sec^2 \frac{z}{2} \quad (160)$$

Beləliklə, təhrif xarakterinə görə stereoqrafik proyeksiya bərabərbucaqlıdır. Bu proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələrdə ölçülmüş bucaqlar yerdəki müvafiq bucaqlara bərabərdirlər. Baş istiqamətlə xüsusi miqyaslar bir-birinə bərabər və vahiddən çox olduqdarı üçün qlobusda götürülən ən kiçik dairələr proyeksiyada radiusları qütbdən uzaqlaşdıqca artan dairələrlə əks olunancaqlar.

Stereoqrafik qütbi proyeksiyada toxunan müstəvidə 1:3000000 miqyasında qütb rayonlarının aeronaviqasiya xəritələri tərtib olunub.

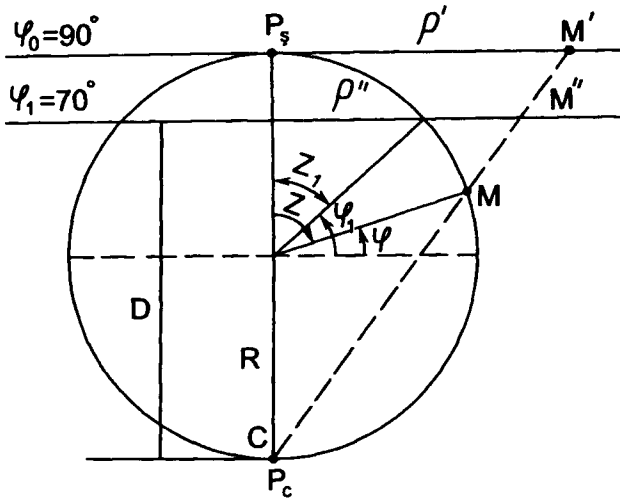
Bu xəritələrdə xüsusi miqyasların kəmiyyətləri 21-ci cədvəldə verilib.

Cədvəl 21

φ^0	$\varphi_1=90^0; m=n$	$\varphi_1=70^0; m=n$
90	1,000	0,970
80	1,008	0,977
70	1,030	1,000
60	1,072	1,039
50	1,132	1,098

Cədvəldən görünür ki, bu xəritələrdə 80^0 paralellərdə xətti təhrif azdır, cənuba getdikcə təhrif artır. 70 və 60^0 en dairələrində təhrif müvafiq olaraq 3% və 7,2% təşkil edir.

Qütb rayonları üçün xəritə tərtib edəndə uzunluğun maksimal təhrifini azaltmaq məqsədilə proyeksiyasını salma əməliyyatı en dairəsi 70^0 olan paralellər üzrə qlobusu kəsən şəkil müstəvisində aparılır (şəkil 76).



Şəkil 76. Kəsən şəkil müstəvisində stereoqrafik proyeksiya

Kəsən müstəvidə stereoqrafiki proyeksiyanın meridian və paralellər şəbəkəsinin ümumi görünüşü və baş istiqamət üzrə xüsusi miqyasların bərabərliyi saxlanılır. 76-cı şəkildən görünür ki,

$$d = R + R \cdot \cos z_1 = R + R \cdot \sin \varphi_1 = R(1 + \sin \varphi_1) \quad (161)$$

Ümumiyyətlə, proyeksiya tənliyi aşağıdakı şəkli alacaq:

$$\left. \begin{aligned} \rho &= R(1 + \sin \varphi_1) \operatorname{tg} \frac{z}{2} \\ \delta &= \Delta \lambda \end{aligned} \right\} \quad (162)$$

Baş istiqamət üzrə xüsusi miqyas olacaq:

$$m = n = \frac{1 + \sin \varphi_1}{1 + \sin \varphi} \quad (163)$$

Təhrif xarakterinə görə proyeksiya bərabərbucaqlı qalır.

163-cü düsturun analizi göstərdi ki, ən kiçik miqyas qütbədə olacaq ($\sin 90^\circ = 1$). En dairəsi azaldıqca xüsusi miqyas böyüyür və en dairəsi 70° ($\varphi = \varphi_1$) olan paralellə kəsişəndə vahidə bərabər olur.

En dairəsi azalanda $m = n > 1$. En dairəsinin azalması ilə xüsusi miqyasların böyüməsi onu göstərir ki, proyeksiyanın mərkəzi nöqtəsindən uzaqlaşanda eyni dərəcədən çəkilmiş paralellər arasındakı məsafə artacaq.

Qlobusda göstərilən ən kiçik dairələr proyeksiyada dairələrlə əks olunacaqlar. O dairələrin radiusları da xəritədəki mərkəzi nöqtədən uzaqlaşdıqca böyüyəcəklər.

Kəsən müstəvi proyeksiyasında ($\varphi_1 = 70^\circ$) xüsusi miqyasların kəmiyyətləri 21-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, en dairəsi 70° olan paraleldə məsafə təhrifi tamamilə yoxdur ($m = n = 1,000$). O paraleldən uzaqlaşdıqca xüsusi miqyaslar dəyişir. Qütbədə onlar 0,970, məsafə təhrifi isə -3% təşkil edir. 60° paraleldə 1,039, məsafə təhrifi isə +4% olacaq.

Stereoqrafik qütbə proyeksiyanın kəsən müstəvisində en dairəsi 70° olan paralellər üzrə 1:2000000 və 1:4000000 miqyasında xəritələr tərtib olunurlar ki, on-

lardan da qütb en dairəsində uçuşlar üçün geniş istifadə olunur.

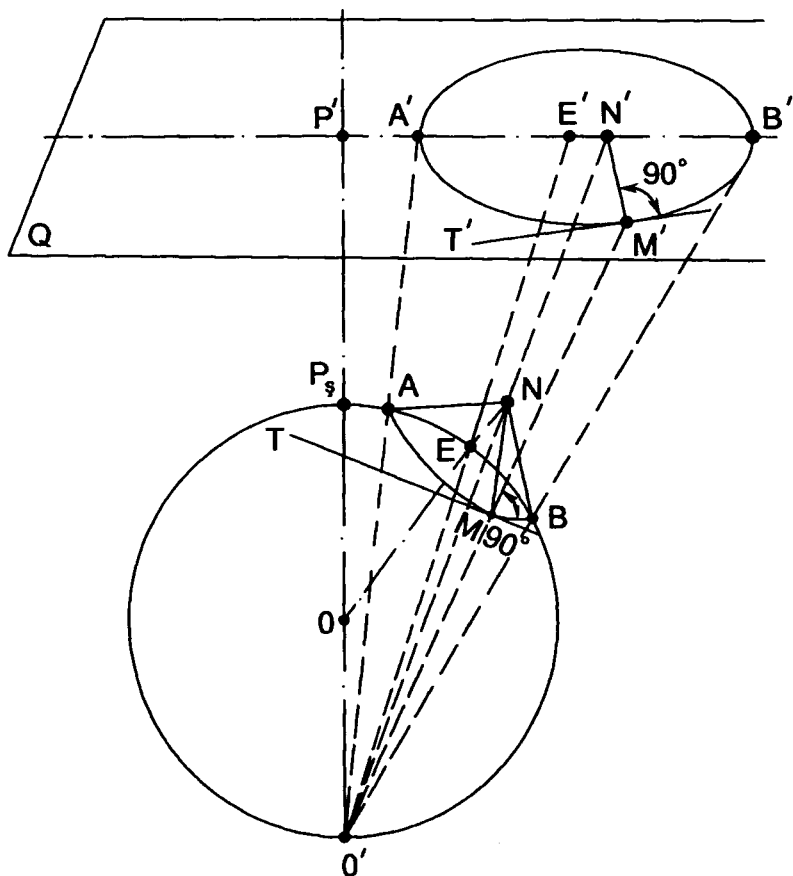
§ 52. Stereoqrafik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə yol xəttinin və xəttin vəziyyətinin çəkilməsi

Bərabər məsafəli xətlər. Stereoqrafik proyeksiyanın elə bir xüsusiyyəti var ki, sfera səthindən götürülmüş hər hansı bir dairəni müstəvidə dairə şəklində əks etdirmək olur. Fərz edək ki, AMB (şəkil 77) kiçik dairə üzrə sfera səthinə toxunan bir konusdur. Onun zirvəsi N -in proyeksiyasını müstəvidə N' nöqtəsində alaq. NM -i əmələ gətirən toxunan konus MT düz xəttinə perpendikulyardır. MT özü dairəyə M nöqtəsində toxunan bir düz xətdir.

Qarşılıqlı bir-birinə perpendikulyar NM və MT toxunanları proyeksiya bərabərbucaqlı olduğu üçün müstəvidə $N'M'$ və $M'T'$ düz xətləri də qarşılıqlı perpendikulyar kimi əks olacaqlar. Biz kiçik bir dairədə sərbəst M nöqtəsini götürdüyümüz kimi dairənin istənilən nöqtəsi də onun analoqu kimi şəkildə əks olunacaq.

Beləliklə, $A'B'M'$ əyrisi, N' nöqtəsindən düz bucaq altında çıxan bütün şüaları kəsir. Belə bir xüsusiyyətə yalnız mərkəzi N' nöqtəsi olan dairə malikdir. Beləliklə, sferanın istənilən dairəsi stereoqrafik proyeksiya müstəvisində o cür dairələrlə əks olunacaqlar. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, şəkil müstəvisində dairənin mərkəzi

N' sterik dairəsinin E' mərkəzi ilə üst-üstə düşür. Dairə mərkəzinin sürüşməsi yalnız meridian üzrə baş verir.



Şəkil 77. Stereoqrafik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə bərabər məsafəli xətlərin əksi

Dairə mərkəzinin sürüşməsi (bərabərməsafəli xətlərin) böyüklüyü (kəmiyyəti) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\Delta\varphi = \frac{d}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{Z_E - r}{2} + \operatorname{tg} \frac{Z_E + r}{2} - 2 \operatorname{tg} \frac{Z_E}{2} \right) \quad (164)$$

burada:

$$d = R \cdot (1 + \sin \varphi_1);$$

$$Z_E = 90^\circ - \varphi_E;$$

r – bərabər məsafəli xətlərin sferik radiusu (şəkil 77-də $r = AE$).

22-ci cədvəldə bərabər məsafəli xətlərin (dairələrin) mərkəzlərinin sürüşməsi kəmiyyəti verilmişdir. Hesablamada 164-cü düsturla r və Z_E müxtəlif qiymətlərinə əsasən aparılıb.

Cədvəl 22

Z_E^0	r^0 olanda dairə mərkəzinin sürüşməsi			
	5	10	15	20
10	0°01'20"	0°04'20"	0°10'00"	0°18'01"
20	0°02'40"	0°09'20"	0°21'21"	0°38'02"
30	0°04'00"	0°15'01"	0°33'42"	1°07'00"
40	0°05'00"	0°20'42"	0°47'43"	1°25'46"

Cədvəldən göründüyü kimi, sürüşmə çox böyük ola bilər. Ona görə də bərabər məsafəli xətləri (quranda) çəkəndə onların hesaba alınmaları məcburidir.

Ortodromiya. Ortodromiya böyük dairənin qövsü olduğu üçün ona sferik radiusu 90° olan bərabər məsafəli xətlərin xüsusi halı kimi baxmaq olar. Stereoqrafik

qütbi proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə ortodromiya ekvator tərəfə yönəlmiş (iri xüsusi miyqas tərəfə) az əyrili dairənin qövsü kimi əks olunur. Əgər böyük dairə (ortodromiya) proyeksiyanın qütbündən keçirsə, onda o düz xətt kimi əks olunacaq (məsələn, meridian kimi).

Ortodromiyanın düz xətdən ən çox l km-lə (meyl etməsi) kənarlaşması aşağıdakı düsturla hesablanı bilər:

$$l = \frac{S^2}{100000} \cdot \sin\alpha \cos\varphi_A \quad (165)$$

burada:

S – ortodromiyanın uzunluğu, km;

α - ortodromiyanın başlanğıc yol bucağı;

φ_A – ortodromiyanın başlanğıc nöqtəsinin en dairəsi.

Ortodromiya uzunluğunun l düz xətlə əvəz olunması həddi bu düsturla hesablanır:

$$S = 100 \sqrt{\frac{10 \cdot l}{\sin\alpha \cdot \cos\varphi_A}} \quad (166)$$

23-cü cədvəldə 166-cı düsturla hesablanmış S -in qiyməti kilometrə verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, ortodromiyanın yan tərəfə 10 km-ə qədər meyl etməsi düz xətlə əvəz oluna bilər. O halda ki, ortodromiyanın meyl etməsi l həddi qiymətdən azdırsa, onda ortodromiya qırıq xətt şəkilli ara nöqtələrin koordinatları ilə qurulur.

Cədvəl 23

α°	φ_A°	l km olanda ortodromiyanın S uzunluğu, km					
		2	4	6	8	10	12
30	60	895	1265	1550	1780	2000	2190
	70	1080	1530	1870	2160	2420	2650
	80	1520	2148	2630	3200	3390	3720
90	60	632	895	1095	1265	1415	1550
	70	765	1080	1322	1530	1705	1870
	80	1070	1520	1860	2150	2400	2630

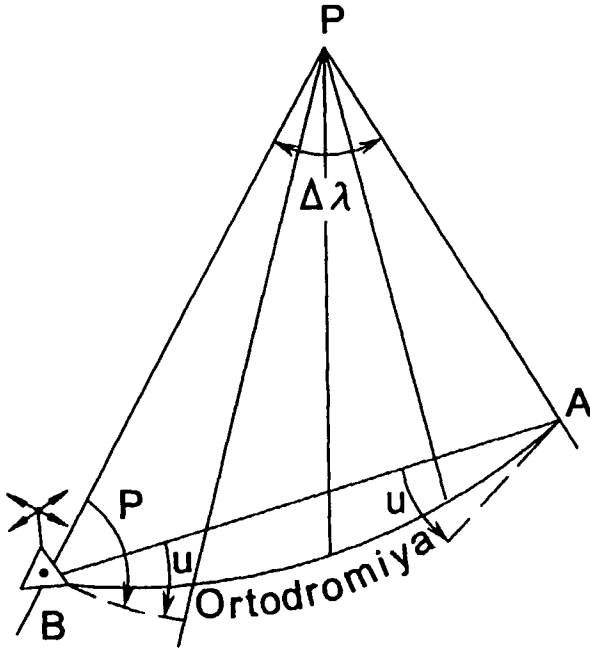
Yerüstü radiopelenqatorla təyyarənin olduğu yerin pelenqini tapanda, ortodromik pelenqi düzlə əvəz edir və bu vaxt u düzəlişi nəzərə alınır (şəkil 78). u düzəlişi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$u = \frac{\lambda_p - \lambda_t}{2} (1 - \sin \varphi_{or}) \quad (167)$$

burada

$$\varphi_{or} = \frac{\varphi_A + \varphi_B}{2}$$

u düzəlişinin işarəsi pelenqator və təyyarənin uzunluq dairələri fərqi ilə tapılır: $\lambda_p - \lambda_t$.



Şəkil 78. Ortodromik radiopelenq xətti ilə stereoqrafik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədəki düz xətt arasındakı bucaq

Loksodromiya. Stereoqrafik qütbü proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə loksodromiya loqarifmik spiral kimi əks olunur. Loksodromiyanın uzunluğu 1500 km-ə qədər olanda onu orta meridianda ölçülmüş yol bucağı altında çəkmək (qeyd etmək) olar.

Bərabər azimutlu xətlər. Bərabər azimutlu xətlər bu proyeksiyada çox qəliz (mürəkkəb) əyrilərlə əks olunur. Bunu yalnız nöqtələrlə dəqiq qurmaq olar.

Uzunluğu 1500 km-ə qədər olan ortodromiyanı düz xətt qəbul etmək olduqda bərabər azimutlu xətlər bərabər bucaqlı konik proyeksiyada olduğu kimi qütb və radiostansiyadan keçən dairə şəklində əks oluna bilərlər.

Onda onların çəkilmələri üçün Qorşkovun prokladçikindən (qeyd edənindən) istifadə etmək lazımdır.

Radiostansiya meridianından çəkilən bərabər azimutlu xətləri düz xətlə əvəz edəndə təyyarənin həqiqi pelenqinə (THP) Δ düzəlişi verilir. Çünki

$$THP = RHP \pm 180^0 + \Delta \quad (168)$$

(RHP – Radiostansiyanın həqiqi pelenqi).

79-cu şəkildən görünür ki,

$$\Delta\lambda + RP - u = RP + \Delta$$

(RP – Radiostansiyanın pelenqi)

buradan

$$\Delta = \Delta\lambda - u \quad (169)$$

167-ci düsturda u – nun qiymətini nəzərə aldıqda alarıq:

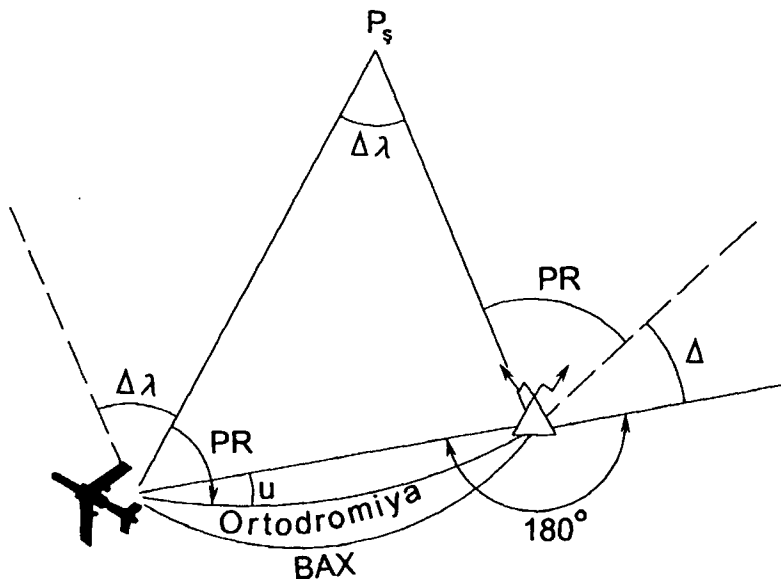
$$\Delta = \frac{\Delta\lambda}{2}(1 + \sin\varphi_{or}) \quad (170)$$

burada

$$\Delta\lambda = \lambda_r - \lambda_i$$

Radiostansiyadan az məsafə aralananda (500-700 km) u düzəlişi (ortodromiyanın əyriliyi) nəzərə alınmır və belə hesab edilir ki,

$$\Delta = \delta = \Delta\lambda = \lambda_r - \lambda_t \quad (171)$$

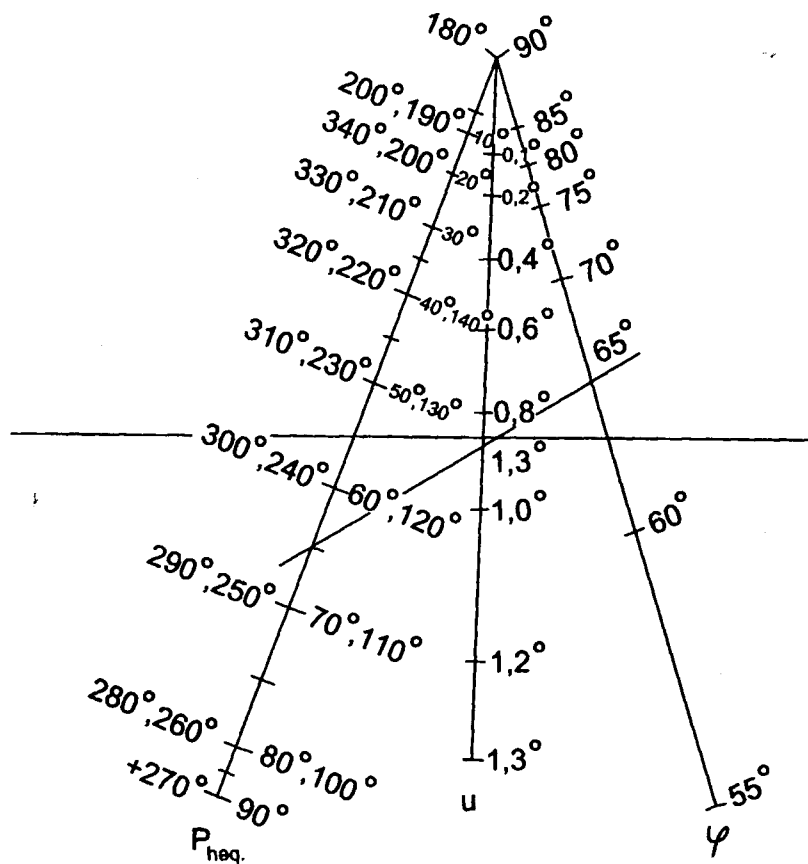


Şəkil 79. Stereografik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə azimut xəttinin düz xətlə dəyişdirilməsi

1:4000000 miqyaslı xəritələrin aşağı çərçivəsinin altında nomoqramma da çap olunur ki, onun da köməkliyi ilə u düzəlişi qrafiki tapılır (şəkil 80).

Nomoqrammanın sol şkalasında təyyarənin həqiqi pelenqi $P_{həq.}$, sağ tərəfdə – nöqtənin en dairəsi φ , ortada isə – düzəliş u qeyd olunublar.

u düzəlişini tapmaq üçün təyyarə pelenqinin qiymətini və radiostansiya nomogramının sağ və sol şkalalarının en dairələrini düz xətlə birləşdirmək lazımdır. Düz xətlərin orta şkala ilə kəsişdiyi nöqtədə hesabat götürüb, alınmış rəqəmi radiostansiya ilə təyyarənin mülahizə olunduğu yer arasındakı məsafəyə min kilometrərin sayına vurmaq lazımdır.



Şəkil 80. Düzəlişi tapmaq üçün nomogramma

Alınmış rəqəm u düzəlişidir. $P_{həq}$ şkalasının sağ tərəfində yazılmış pelenqlər üçün (0^0 -dən 180^0 -yə qədər) u düzəlişi çıxılır, $P_{həq}$ pelenqlər şkalasının sol tərəfində yazılan (180^0 -dən 360^0 -yə qədər) u düzəlişi həqiqi pelenqə əlavə olunur. Məsələn, təyyarənin həqiqi pelenqi $THP=245^0$, $\varphi_r=65^0$ və $S \approx 2500$ km. Xəritədə təyyarə pelenqinin istiqaməti radiostansiya meridianından 247^0 bucaq altında düz xətlə qeyd olunur. Çünki $245^0+0,9^0 \cdot 2,5=247,2^0$.

Məsafələr fərqi eyni olan xətlər stereografik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələrdə mürəkkəb əyrilərlə əks olunduğundan yalnız nöqtələrlə qurula bilirlər.

§ 53. Azimutal proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə yolun uzunluğunun və bucağının tapılması metodikası

Ortodromiya meridianları müxtəlif yol bucaqları altında kəsdiyi üçün qütb rayonlarında meridianlar da tez-tez dəyişirlər. Ona görə ortodromiya üzrə uçuşda indiki (cari, hazırkı) həqiqi yol bucağını saxlamaq lazımdır. Müasir təyyarələrdə qoyulmuş kurs sisteminin giroskopları imkan verir ki, uçuşun kursunu şərti meridian adlanan bir meridiağa nisbətən saxlayasan. Orta en dairələrində uçuşda şərti meridian aerodromun həqiqi meridianı qəbul olunur. Qütb en dairələrində uçuş üçün məşhur qütb şturmanı V.İ.Akkuratovun təklifi ilə şərti meridian Qrinviç meridianı və 90^0 -li meridian qəbul

olunmuşdur. Stereoqrafik qütbi proyeksiyada Qrinviç meridianı 90° -lik meridianla bir-birinə perpendikulyar əks olunurlar. Xəritədə bu iki qarşılıqlı perpendikulyar meridianlar paralel qırmızı və göy rəngdə düz xətlərlə çəkilirlər ki, buna da *şərti meridianlar şəbəkəsi* deyilir.

Qırmızı xətlər Qrinviç meridianına paralel, göy rənglə isə 90° -li meridia paralellər çəkilirlər. Şərti meridianlar xəritədə oxla göstərilirlər.

Şərti meridianların kəsişmə bucaqları olmadığından ortodromiya onları həmişə şərti yol bucağı altında kəsir. Beləliklə, şərti yol bucağını verilmiş ortodromiyanın istənilən nöqtəsində ölçmək olar.

İstənilən şərti meridia və istənilən nisbi həqiqi meridia nisbətən istiqamət aşağıdakı nisbiliklə bir-biri ilə əlaqədardırlar:

$$\left. \begin{aligned} HYB &= \text{\$}YB_{Qr} \pm \lambda_q^s \\ HYB &= \text{\$}YB_{90^\circ} \pm \lambda_q^s - 90^\circ \end{aligned} \right\} \quad (172)$$

burada λ_q^s – verilmiş ortodromiyanın şərti yol bucağı ($\text{\$}YB$), ölçülən nöqtədən şərqə və ya qərbə uzunluq dairəsi.

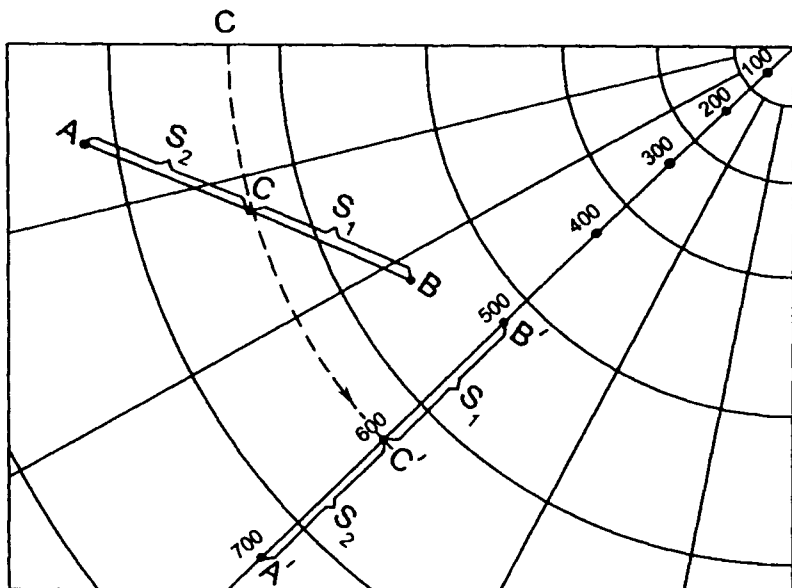
Uzunluq dairəsi nöqtədən şərqə olarsa, işarəsi müsbət, qərbə olarsa, işarəsi mənfi götürülür.

Aeronaviqasiya xəritələrinin hamısında olduğu kimi, stereoqrafik qütbi proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrin hamısında maqnit meyl etməsi ΔM izoqonla

verilir. Ona görə də bu xəritələrdə işləyəndə maqnit yol bucağı (MYB) məlum düsturla hesablanır.

$$MYB = HYB - \Delta M$$

Stereoqrafik qütbü və mərkəzi qütbü proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə uzunluq təhrifi böyük rəqəm olur. Bu cür xəritələrdə ölçmə çərçivənin içəri tərəfində və orta meridianların birində dəyişən miqyasda kilometr şkalası çəkilib (şəkil 81).

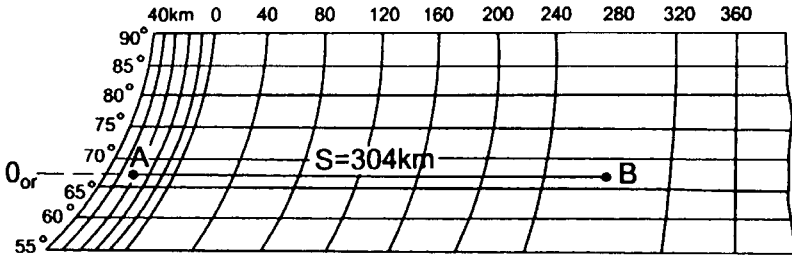


Şəkil 81. Stereoqrafik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə uzun (böyük) məsafələrin ölçülməsi

AB məsafəsini tapmaq üçün orta nöqtə C-ni paralel boyu gətirib şkalanın birinə çatdırmaq. Alınmış C' nöqtə-

sindən hər iki tərəfə AC və CB (S_1 və S_2) parçalarını qeyd etmək. Alınmış A' və B' nöqtələrindəki hesabatlar fərqi AB məsafəsini verəcəkdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, mərkəzi qütb proyeksiyalarında tərtib olunmuş xəritələrdə ölçülən parçanı istənilən şkalaya yox, istiqaməti ilə AB parçasına yaxın şkalaya keçirmək lazımdır.

Bu tələbat ondan irəli gəlir ki, nəinki en dairəsi hesabə alınır, hətta ölçmə işi aparılan istiqamətin özü də nəzərə alınmalıdır, çünki proyeksiya bərabər bucaqlı deyil. Stereografik qütb proyeksiyada tərtib olunmuş xəritənin aşağı çərçivəsinin altında kiçik məsafələri ölçmək üçün diaqram verilib (400 km-ə qədər 1:2000000 miqyaslı xəritələrində və 700 km-ə qədər 1:4000000 miqyaslı xəritələrdə). Ölçülən AB parçası (şəkil 82) pərgarla parçanın orta nöqtəsinin en dairəsi ilə üfüqi şəkildə ölçülür.



Şəkil 82. Stereografik proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə kiçik (qısa) məsafələrin ölçülməsi diaqramı

Axtarılan məsafə diaqramının yuxarı şkalası ilə ölçülür (tapılır).

IX FƏSİL

AVIASİYADA TƏTBİQ OLUNAN XƏRİTƏLƏR

§ 54. Xəritə və plan

Yer səthinin kartoqrafik əks olunması iki yerə bölünür – plan və xəritə. Kiçik bir sahəni kağız üzərində əks etdirəndə səthin səviyyəsi müstəvi kimi qəbul olunur və Yer in sferasını nəzərə almadan ərazi kartoqrafik əks olunur.

Məhəllin (kiçik bir sahənin, ərazinin) üfüqi proyeksiyasının kağız (müstəvi) üzərində *kiçildilmiş oxşar (təhrifsiz) təsvirinə plan* deyilir.

Plan kiçik bir ərazini əhatə etdiyi üçün ölçmə zamanı Yer in ayrılığı (təcrübəvi) praktiki olaraq nəzərə alınmır. Ərazinin planı əsasən 1:5000 və daha böyük miqyasda tərtib olunurlar. Şəhərlərin, dəmir yolu qovşaqlarının, dəniz portlarının planları bir qayda olaraq 1:10000 və 1:25000 miqyaslarında çap olunurlar. Bu planlar şəhərləri, şəhər yaxınlığındakı obyektləri dəqiq öyrənmək üçündür. Bu da ona görə lazımdır ki, dəqiq ölçmə işlərini və hesablamanı düzgün aparasan, kiçik obyektlərdə təyyarəni və vertolyotu oriyentirləyəsən.

Şəhər planlarında bütün yerüstü, yeraltı obyektlər (kommunikasiya) göstərilir, küçələrin adları yazılır, vacib obyektlər göstərilir və şəhərin hərbi iqtisadi, təsərrüfatı haqqında məlumatda (arayış) verilir. Yer səthinin

müstəvisi üzərində yerin müəyyən riyazi qanunlarla kiçildilmiş şərti - simvolik *təsvirinə xəritə deyilir*.

Bu təhrif çox sadə olub, ancaq Yer səthini əhatə edən topoqrafik xəritələrə aiddir. Xəritə Yer səthinin fiziki qrafikinin modelidir. Xəritə bütövlükdə götürülmüş Yer kürəsini və ya onun böyük hissələrini əhatə etdiyi üçün Yerin ayrılıyını nəzərə almaq lazımdır. Ona görə də xəritə yerin təhrifli təsvirdir. Xəritə eyni vaxtda çox qiymətli qrafiki bir sənəddir. Çünki uçuş tapşırıqlarını vaxtında ləyaqətlə yerinə yetirmək üçün o şərait yaradır. Xəritədə obyektlərin, marşrut məntəqələrinin koordinatlarını, məsafələri, bucaqları, sahələri, mütləq və nisbi yüksəklikləri, gizlənmə bucaqlarını, nöqtələr arasında görünmənin olub olmamasını və sair kəmiyyətləri tapmağa imkan verir.

Xəritələrdən – uzaq və yaxın məsafələrə uçuşlarda, gecə və gündüz yol xəttinin çəkilməsində, təyyarənin xətdə vəziyyətindən, kəşfiyyat materiallarının orada qeyd olunması və sair məsələlərin həlli üçün istifadə olunur. Onlardan başqa:

- hərbi əməliyyatları aparmaq üçün hazırlıq işləri, onların təşkili və həyata keçirilməsi, ərazinin təsiredici amillərinin öyrənilməsi, sistemləşməsi, ümumiləşdirilməsinin topoqrafik xəritədə öz əksini tapması, əraziyə aid müxtəlif sənədlərin əldə edilməsi;

- təyyarənin uçuşa hazırlanması məsələlərin həlli məqsədi üçün ərazinin öyrənilməsi üsullarının və orada oriyentirləmənin işlənilib hazırlanması;

- ərazidə topoqrafik işlər, atıcı, artilleriya, hərbi, mühəndis və s. məsələlərin həyata keçirilməsinə hazırlıq.

Xəritə sadəcə olaraq ərazinin qrafiki cizgisi deyil, ərazinin dərinədən öyrənilməsinin nəticəsidir.

Xəritədə yerli predmetlərin əsasları – başqalarından seçilənlər-əks olunurlar. Yer səthini, dəniz və okean dibləri səthlərini əks etdirən xəritəyə **coğrafi xəritə deyilir**.

Ərazi, taktika operativ sənət kimi, hərbi və hərbi texniki biliklə öyrənilən obyektlərdən biridir. Təyyarənin idarə olunması üçün ərazinin hərtərəfli bütün xüsusiyyətlərini öyrənilib, onları yekunlaşdırıb ərazinin hər bir hissəsinin necə olduğunu dəqiqləşdirmək lazımdır. Yer quru hissəsi səthinin 1:1000000 və daha iri miqyaslı **xəritələrdə əks olunanlara topoqrafik xəritə deyilir**.

Dəniz və okeanların və ya onlara yaxın quru zolaqlarının əks olunmasına **hidroqrafik xəritə deyilir**. Kartoqrafik və hidroqrafik xəritələr coğrafi xəritənin dəyişmiş formalarıdır. Coğrafi xəritələrdə yerli obyektlər bir-birindən seçilmirlər, yəni heç birinə fərq qoyulmur. Xüsusi xəritələrdə istifadəsindən asılı olaraq lazımlı obyektlər tam tərzdə əks olunurlar. Coğrafi xəritələrdə isə bəzi obyektlər öz əksini heç tapmır və ya yarımçıq əks olunurlar.

Ali (Baş) qərargahlar və ordunun avtomatik idarə olunması üçün xüsusi gözdən keçirmə coğrafi xəritələr nəşr (çap) olunurlar.

§ 55. Topoqrafiya, aeronaviqasiya və xüsusi xəritələrin təsnifatları, təyinatları və onların xarakteristikaları

Xalq təsərrüfatının elə bir sahəsi yoxdur ki, orada topoqrafiya elminin məhsulu olan xəritələrdən istifadə olunmasın. Topoqrafik xəritənin köməkliyi ilə ərazi öyrənilir, lazımi ölçmə işləri aparılır, ərazidə hədəfin vəziyyəti müəyyənləşdirilir, uçuş uçun müəyyən hesablamalar aparılır. Ondan başqa hərbi əməliyyatların aparılmasında, yol və kanalların çəkilməsində, yaşayış qəsəbələrinin salınmasında, müxtəlif hidrotexniki, sənaye və digər obyektlərin – aerodromların inşasında, hava və su nəqliyyatında, tədris və elmi-tədqiqat işlərində, təbii ehtiyatların mənimsənilməsində, ölkənin müdafiəsi və sair işlərdə xəritələrdən geniş istifadə olunur. Topoqrafik xəritələrin köməkliyi ilə aviasiya ilə yerüstü qoşunlar arasında əlaqə yaranır, hədəfin koordinatları hesablanır. Bunlardan başqa köməkçi nişangah nöqtələrin korreksiya olunan nöqtələrinin də koordinatları hesablanır.

Təyyarənin idarə olunması üçün radiotexniki qurğuları geodeziya nöqtələri ilə əlaqələndirirlər. Bir neçə hərbi-mühəndisi hesablamalar aparıb müxtəlif layihələri həyata keçirirlər.

Miqyaslarına görə topoqrafiya xəritələrini şərti olaraq üç yerə bölmək olar: irimiqyaslı, ortamiqyaslı və kiçik miqyaslı. 1:50000 və daha iri miqyaslı xəritələr iri miqyaslı 1:100000 və 1:200000 orta miqyaslı, 1:500000 və 1:1000000 kiçik miqyaslı xəritələr adlanırlar.

İrimiqyaslı xəritələr imkan verirlər ki, ərazini təfsilatı ilə öyrənəsən. Bu miqyaslı xəritələrdə dəqiq ölçmə işləri aparmaq, aerodrom layihələrinin tərtibində, onların tikintisində və sair hərbi mühəndis qurğuların tikintisində istifadə olunur. Bu xəritələrdən təyyarənin idarə olunmasında istifadə olunan radiotexniki qurğuların və sair obyektlərin topogeodeziya əlaqələndirilməsində istifadə olunur.

Ortamiqyaslı xəritələrdən də ərazinin, hədəfin öyrənilməsi və qiymətləndirilməsi, uçuşa hazırlıq, uçuşda aviasiya ilə yerüstü qoşunların əlaqələndirilməsi kimi mühüm məsələlər həll olunur. İri miqyaslı xəritələr olmadıqda orta miqyaslı xəritələrdən iri miqyaslı xəritələr kimi də istifadə etmək olar. Bu onunla izah olunur ki, 1:200000 miqyaslı xəritələrin hamısının arxasında ərazi haqda arayış var. Ondan başqa 1:200000 miqyaslı topoqrafik xəritələrdən uçuş xəritəsi kimi istifadə etmək olar.

Kiçik miqyaslı xəritələr ərazinin müfəssəl (ətraflı, təfsilatlı) əks olunmasına görə iri miqyaslı və orta miqyaslı xəritələrdən çox geri qalır.

Bu xəritələrdən ərazini ümumi öyrənmək, uçuşqabağı və uçuş üçün lazımi materialların toplanmasında istifadə olunur.

Aviasiyada istifadə olunan xəritələr üç qrupa bölünür: operativ-taktiki, aeronaviqasiya və soraq.

Operativ-taktiki xəritələrdən komandir və qərar-gahlar tərəfindən hərbi hissəni və birləşmələri idarə etmək üçün istifadə olunur.

Aeronaviqasiya xəritələrindən uçuşa hazırlıq və uçuşu həyata keçirmək üçün istifadə olunur.

Aeronaviqasiya xəritələri istifadə olunmalarına görə – uçuş (marşrutla-uçuş), bortovoy, hədəf xəritəsi və xüsusi xəritələrə bölünürlər.

Aviasiyanın növündən asılı olaraq 24-cü cədvəldə hansı miqyaslı xəritədən istifadə olunması verilmişdir.

Uçuş (marşrutla-uçuş) xəritəsilə şturman və təyyarəçi mütləq təchiz olunmalıdırlar. Bu sahədə əsas iş şturmanın üstündədir. Şturman təyyarənin uçuşa hazırlığını və havada uçuşunu təmin etmək üçün lazımi materialları hazırlayır: uçuşun marşrutunu qeyd edir, kontrol oriyentirlər seçib öyrənir, uçuş üçün bütün ölçmə işlərini aparır, təyyarənin idarə olunmasında istifadə olunan texniki vəsaitləri seçir, radiolokasiya (vizual) oriyentirləmə üçün obyektləri qeyd edir. Uçuş rayonundan və tələb olunan miqyasdan asılı olaraq bərabər bucaqlı və sərbəst proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdən istifadə olunur.

Orta en dairələri üçün uçuşda əsasən bərabər bucaqlı konik proyeksiyalarda tərtib olunmuş 1:2000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələrindən və şəkli dəyişmiş polikonik (byenəlxalq) proyeksiyalarda tərtib olunmuş 1:1000000, 1:2000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələrdən istifadə olunur.

Cədvəl 24

Xəritənin adı	Miqyas	Xəritənin adı	Miqyas
Uçuş üçün (marşrutla uçuş)	1:200000	Hədəf (nişan üçün xəritə)	1:50000
	1:500000		1:100000
	1:1000000		1:200000
	1:2000000		1:500000
	1:4000000	Xüsusi	1:2000000
1:1000000	1:3000000		
1:2000000	1:4000000		
Bort üçün	1:4000000	Soraq	1:4000000
			1:5000000
			1:10000000
			1:40000000

Qütb rayonlarında uçuşda stereoqrafik proyeksiyada tərtib olunmuş 1:2000000, 1:3000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələrdən, ekvatora yaxın yerlərdə isə bərabər bucaqlı silindrik (Merkator) proyeksiyasında tərtib olunmuş xəritələrdən istifadə olunur. Ondan başqa uçuş üçün Qaussun proyeksiyasında tərtib olunmuş 1:200000 və 1:500000 xəritələrindən istifadə olunur.

Müəyyən edilmiş yerdən uzağa uçanda və aviasiya hərbi hissələrini dəyişəndə və nəqliyyat aviasiyasında ya-

rım marşrutlu uçuşlarda şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyada tərtib olunmuş 1:2000000 miqyaslı xəritələrdən istifadə olunur. Bu xəritələrdə mülki aviasiya trasları qeyd olunurlar.

Bort xəritəsindən təyyarənin uçuşu xəritədə göstərilən rayondan çıxan hallarda istifadə olunur. Ondan başqa bort xəritələrində naviqasiya ölçmə işlərini aparıb radiotexniki və astronomiya alətləri ilə təyyarənin idarə olunmasında onların hesablamalarını aparmaq üçün istifadə olunur.

Yerüstü radiopelenqatorlardan və radiostansiyalardan, eyni yüksəklikdə olan səma cisimlərinin xətləri və s. radiopelenqlərin salınmasında onlardan istifadə olunur. Bort xəritəsi kimi şəkli dəyişmiş polikonik (beynəlxalq) proyeksiyada 1:2000000 və 1:4000000 miqyasında tərtib olunmuş xəritələrdən, stereoqrafik proyeksiyada tərtib olunmuş 1:2000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələrdən, bərabər bucaqlı konik proyeksiyada tərtib olunmuş 1:4000000 miqyaslı xəritələrdən və aviasiya üçün kiçik radiuslu ərazini əhatə edən beynəlxalq proyeksiyada 1:1000000 miqyasında tərtib olunmuş xəritələrdən istifadə olunur.

Hədəf (nişan) xəritələrindən hədəfin, köməkçi nöqtələrin və korreksiya nöqtələrinin koordinatlarını tapmaq üçün, aroşəkillərin deşifrə olunmaları, onların qarşılıqlı bağlanmaları, aviasiyanın yerüstü qoşunla qarşılıqlı əlaqələrini artırmaq, uçuşda obyektin axtarılması,

kiçik ölçülü hədəflərə çıxışı, hava desantlarının yerə endirilmələri və ya paraşütlə atılmaları və sair məsələlərin həllində istifadə olunur. Hədəf xəritələri – Qauss proyeksiyasında tərtib olunmuş iri miqyaslı xəritələrdir.

Xüsusi xəritələr təyyarənin idarə olunması məsələsinin həllində radiotexniki vasitədən istifadə edərək ölçmə işlərini aparmaq üçün hazırlanır.

Buraya müxtəlif miqyaslı və müxtəlif proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələr daxildir. Bu xəritələrdə şturman və ya bilavasitə topoqrafikiya üsulları ilə radiostansiyanın bərabər azimutlu xətləri, yerüstü pelenqatordan gələn radio pelenqlər xətti, bərabər məsafəli xətlər (orbitin dalnomer-məsafəölçən sistemi), bərabər fərqli məsafələr xətti (hiperbola fərqli məsafəölçən sistemi) və s. göstərilirlər.

Bəzən xüsusi xəritələri bort xəritələri ilə birləşdirirlər. Bu da o vaxt keçirilir ki, uçuşa hazırlananda yuxarıda göstərilən radiotexniki vasitədən salınmış xəttin vəziyyəti bilavasitə bort xəritəsində öz əksini tapmış olsun.

Soraq xəritələri aviasiyanın hərbi işlərini planlaşdıranda və uçuşa hazırlananda müxtəlif soraq xəritələrindən istifadə olunur. Soraq xəritələrinə aşağıdakılar aiddirlər: iri aerodrom döngələri olan xəritələr, maqnit meyl etməsi olan xəritələr, saat qurşağı olanlar, süni maneçiliklər, iqlim və meteoroloji xəritələr, fəza ulduzlarının xəritəsi və sairələr. Soraq xəritələri müxtəlif proyeksiyalarda və müxtəlif miqyaslarda tərtib olunurlar.

§ 56. Aeronaviqasiya qlobusu

Ortodromik qlobusdan ortodromik marşrutun oxunu seçmək, uzunluğu ölçmək, ortodromiyanın yol bucağını və ortodromiya ara nöqtələrinin koordinatlarını tapmaq üçün istifadə olunur. Ondan başqa aeronaviqasiya qlobusundan aviasiyanı maraqlandıran bir sahə kimi ümumi icmal və obyektlərin necə yerləşdiyini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Aeronaviqasiya qlobusu radiusu 640 km olan sferanı təmsil edir. Təhrifinə görə meridianlar üzrə bərabər aralıdır. Baş istiqamət üzrə xüsusi miqyas aşağıdakı düsturla tapılır:

$$m=1; n = \frac{R \cos \varphi}{N \cos B} \quad (173)$$

burada:

R – sferanın radiusudur ($R=6367558$ m)

φ - sferik en dairəsi

N – geodeziya en dairəsi B olan birinci şaqulda əyriliyin radiusudur

Ən çox təhrif ekvator da məsafə və bucaqdadır. Onlar müvafiq olaraq 0,17% və 5,7'-yə bərabərdir. Qlobusun səthinə 1:10000000 miqyaslı coğrafi xəritənin 18 seqmenti şəffaf yapışqanla yapışdırılıb.

Qlobus dairəvi dayaq (dirək) üzərində yerləşdirilir. Həmin o dayaq özü altı metal şar üzərində qurulur və ona görə də istənilən istiqamətdə sərbəst fırlanır.

Aeronaviqasiya komplektinə ölçü aləti də daxildir. Bu Alət bölgü qiyməti 1° olan metal transportirdən və bir bölgü qiyməti (bir) 1 mm olan bir metrlik polad xətkəşdən ibarətdir.

§ 57. Xəritələrin sütunlara bölünməsi və nomenklaturası

Yer üzərində aparılan müxtəlif miqyaslı planalma işlərinin nəticəsində hədsiz sayda topoqrafiya xəritələri tərtib edilir. Həmin xəritələrdən istifadəni asanlaşdırmaq məqsədilə onları sistemləşdirmək lazım idi. Ona görə də 1891-ci ildən 1928-ci ilə qədər bir neçə dəfə beynəlxalq konqreslər çağırılmışdır. Yalnız 1928-ci ilin iyul ayında Londonda 24 dövlətin – keçmiş sovet dövlətinin, İngiltərənin, ABŞ-ın və s. iştirakı ilə V coğrafi konqresdə dünyanın vahid beynəlxalq xəritəsini hazırlamaq üçün qərar qəbul edildi. Bu qərara əsasən bütün dünya dövlətləri uzunluq dairəsi 6° (meridianlararası), en dairəsi üzrə isə 4° (paralellərarası) olan 1:1000000 miqyaslı xəritə əsasında qurmalıdırlar. Sonrakı bölgülər miqyaslı üzrə dövlətlərin çoxunda müxtəlifdir.

Geniş ərazilərin topoqrafik xəritəsi irimiqyaslı olduğu üçün bir neçə min vərəqdə tərtib olunur. Məsələn, qərbdən şərqə 540 km, şimaldan cənuba 400 km uzanan Azərbaycan ərazisinin 1 : 10000 miqyaslı xəritəsini tərtib etmək üçün 54 x 40 m olan kağız vərəqi lazımdır. Belə

böyük ölçüdə vərəq istehsalı və ondan istifadə qeyri-mümkün olduğu üçün topoqrafik xəritələr ayrı-ayrı vərəqlər şəklində tərtib olunur. Hər bir vərəq meridian və paralellərlə haşiyələnən standart əraziləri (trapesiyaları) əhatə edir. Belə vərəqləri yan-yana düzmək və tez tapmaq üçün onların nömrələnməsi xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

1 : 1000000 miqyaslı xəritə tərtib etmək üçün Yer səthi 4°-dən bir çəkilmiş paralellərlə sıralara və 6°-dən bir çəkilmiş meridianlarla sütunlara bölünür (şəkil 83). Sıralar ekvatorun qütblərə tərəf latın əlifbasının baş hərfləri ilə, sütunlar isə 180° meridiandan başlayaraq şərqə doğru 1-dən 60-a qədər ərəb rəqəmləri ilə nömrələnir. Beləliklə, 180° meridiandan şərqdə 1-ci, qərbdə isə 60-cı, Qriniç meridianından şərqdə 31-ci, qərbdə isə 30-cu sütun yerləşir. 83-cü şəkildən görünür ki, sıra və sütunlar kəsişərək ölçüsü 4° x 6° olan trapesiyalar əmələ gətirir. Trapesiyalar sıra və sütunların kəsişməsindən əmələ gəldiyi üçün onların adı da (nomenklaturası da) sıra və sütunların işarəsindən əmələ gəlir.

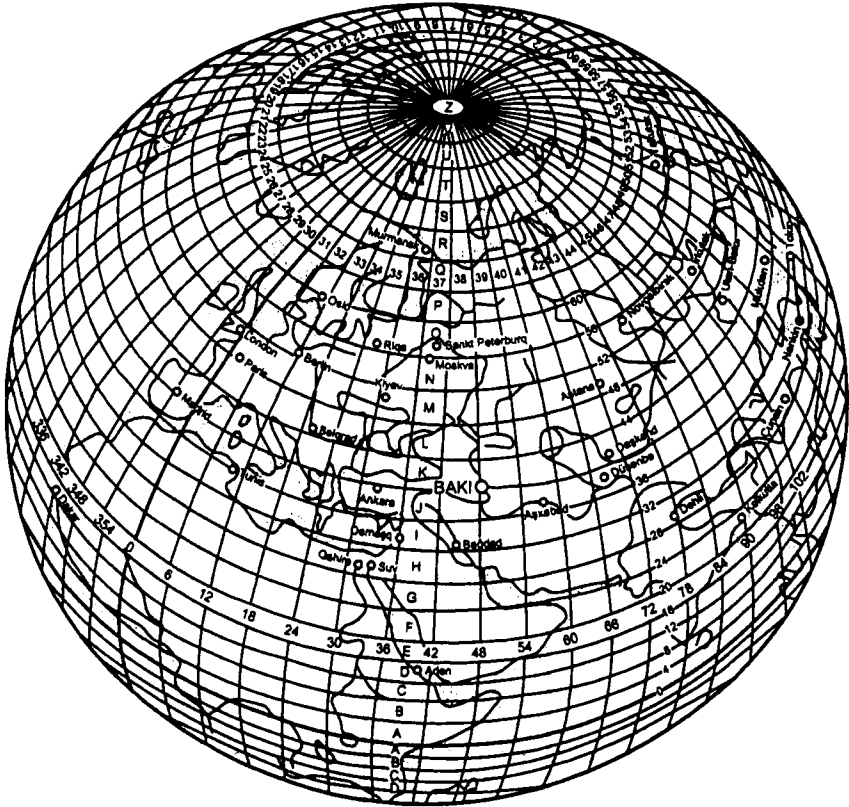
Bütün dünya dövlətləri tərəfindən ölçüsü $4^{\circ} \times 6^{\circ}$ olan trapesiyaların hər birini 1 : 1000000 miqyaslı xəritənin hər vərəqində təsvir etmək qərara alınmışdır. Ona görə ölçüsü 4° x 6° olan trapeslərə *milyonluq trapesiya*, həmin trapesiyaların (xəritə vərəqlərinin) nomenklaturasına isə *beynəlxalq nomenklatura* deyilir.

Ekvatorndan qütblərə doğru getdikcə meridianlar arasındakı məsafənin azalmasına uyğun olaraq, 60° və 76° en dairəsi arasındakı iki trapesiya bir vərəqdə, 76° – 88° en dairəsi arasında isə dörd trapesiya bir vərəqə təsvir olunur. Yəni 60° – 76° en dairəsi arasında xəritə vərəqənin çərçivəsi en dairəsi üzrə 4° , uzunluq dairəsi üzrə isə 12° götürülür; 76° – 88° en dairələr arasında isə uyğun olaraq 4° və 24° götürülür. Belə vərəqələrin nomenklaturası aşağıdakı kimi yazılır:

1. İkitrapesiyalı vərəqə P – 87,88;
2. Dördtrapesiyalı vərəqə S – 31, 32, 33, 34.

Bütün dünya dövlətlərinin əksəriyyətində olduğu kimi Azərbaycan Respublikasında da topoqrafiya və icmal topoqrafiya xəritə vərəqlərinin nomenklaturası 1 : 1000000 miqyaslı xəritənin beynəlxalq nomenklaturasına əsaslanır. Topoqrafiya xəritə vərəqlərinin kitab vərəqləri kimi bir yerə toplanılıb saxlanması üçün miqyasından asılı olmayaraq bütün topoqrafiya xəritə vərəqlərinin kağızları eyni ölçüdə olmalıdır və vərəqin çərçivə ölçüləri yuvarlaq ədəddən ibarət olub, özündən xırdamiqyaslı vərəq üzərində qalıqsız yerləşməlidir. 1 : 500000 miqyaslı xəritə vərəqlərinin ölçüsü en dairəsi üzrə 2° , uzunluq dairəsi üzrə isə 3° olur. 1 : 500000 miqyaslı xəritə vərəqlərinin nomenklaturası onların daxil olduğu milyon miqyaslı vərəqin nomenklaturasının so-

nuna Azərbaycan əlifbasının baş hərflərindən* (A, B, C, Ç) birini əlavə etməklə 1 : 500000 miqyaslı xəritənin nomenklaturası alınır. Məsələn, 84-cü şəkildə ştrixlənmiş vərəqin nomenklaturası N-37-Ç-dir.

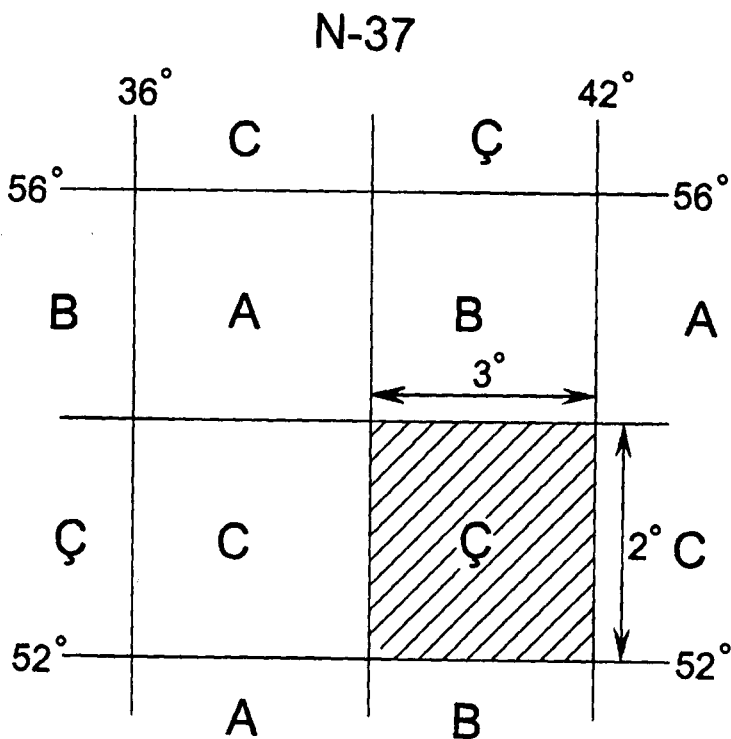


Şəkil 83. 1:1000000 miqyaslı xəritə vərəqələrinin bölünməsi və nomenklaturası

* Dövlət dilinin və latın qrafikasının tətbiqi ilə əlaqədar Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 506 sayılı 25 iyun 2000-ci il tarixli Fərmanına əsasən Azərbaycan Respublikası Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsinin sədri Q.Ş.Məmmədov 9 iyul 2001-ci il tarixdə 14 sayılı və 8 fevral 2002-ci il tarixdə 19 sayılı əmrlər vermişdir. Bu əmrlərə əsasən topoqrafik xəritələrin tərtibində və onların nomenklaturalarının yazılmasında bunlar əldə əsas götürülməlidir.

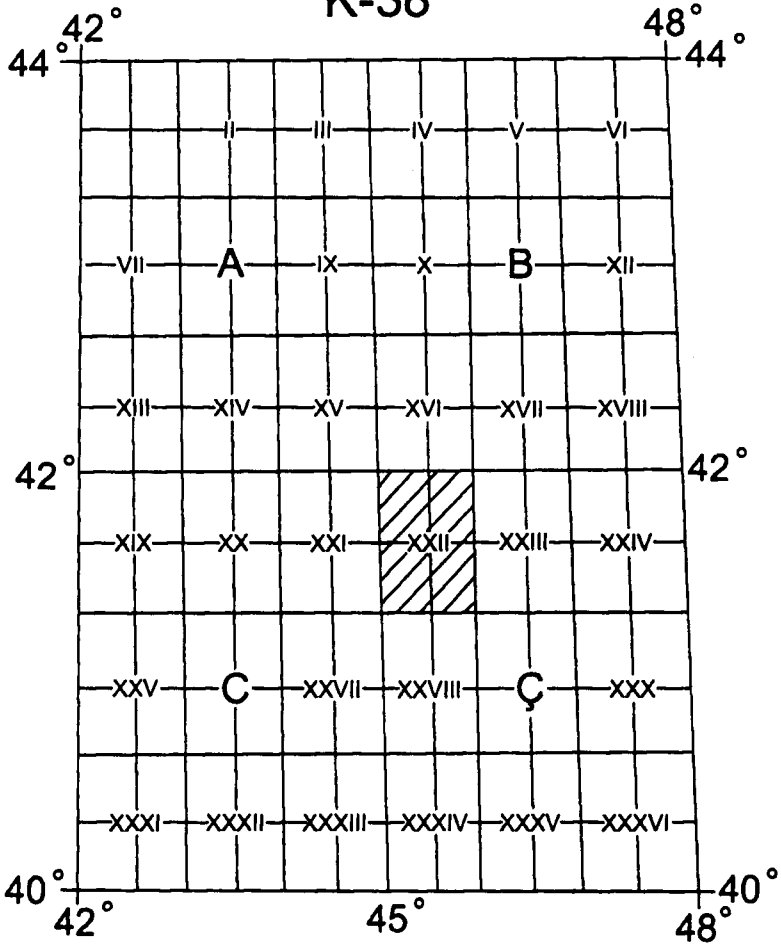
1 : 200000 miqyaslı xəritə vərəqləri, 1 : 1000000 miqyaslı xəritə vərəqi üzərində (şəkil 85), 1-dən XXXVI-ya qədər olan rum rəqəmləri ilə işarələnir.

1 : 200000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturası 1 : 1000000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturasının sonuna 1-dən XXXVI-ya qədər olan rum rəqəmlərindən birini əlavə etməklə alınır. Məsələn, 85-ci şəkildə ştrixlənmiş vərəqin nomenklaturası K-38-XXII-dir. Xəritənin ölçüləri en dairəsi üzrə $40'$, uzunluq dairəsi üzrə 1° -dir.



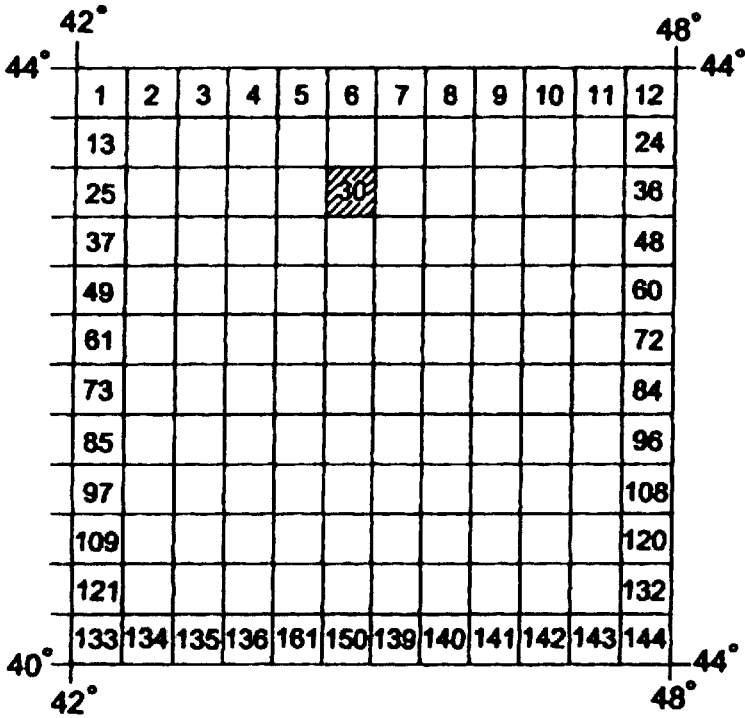
Şəkil 84. 1:1000000 miqyaslı xəritə vərəqinin 1:500000 miqyaslı xəritə vərəqlərinə bölünməsi və nomenklaturası

K-38



Şəkil 85. 1:1000000 miqyaslı xəritə vərəqinin 1:200000 miqyaslı xəritə vərəqlərinə bölünməsi və nomenklaturası

K-38

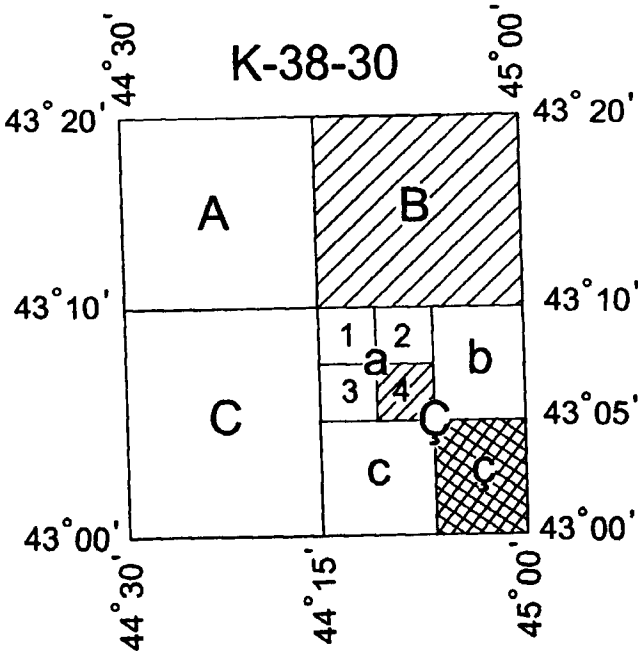


Şəkil 86

Bir 1:1000000 miqyaslı xəritə vərəqində yerləşən Yer səthi, 144 ədəd 1:100000 miqyaslı xəritə vərəqində təsvir olunur. 1 : 100000 miqyaslı xəritə vərəqinin ölçüsü en dairəsi üzrə $20'$, uzunluq dairəsi üzrə $30'$ olur. 1 : 1000000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturasının sonuna 1-dən 144-ə qədər olan ərəb rəqəmlərinin birini əlavə etməklə alınır. Məsələn, 86-cı şəkildə ştrixlənmiş vərəqin nomenklaturası K-38-30 olacaqdır. 1:100000 miqyaslı

xəritə vərəqlərinin hər biri 4 – 1:50000, 16 – 1 : 25000, 64 – 1:10000 miqyaslı xəritə vərəqinə bölünür. 1 : 50000, 1:25000, 1:10000, 1 : 5000, 1 : 2000 miqyaslı xəritə vərəqlərinin nomenklaturası 1:100000 miqyaslı xəritə vərəqlərinin nomenklaturasına əsaslanır. Lakin burada hər bir vərəqə yaxın olan nisbətən kiçik miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturası nəzərə alınır. Belə ki, 1 : 50000 miqyaslı xəritə vərəqləri 1 : 100000 miqyaslı xəritə vərəqi üzərində əlifbanın birinci dörd baş hərfi (A, B, C, Ç) ilə işarələnir və 1 : 50000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturası 1 : 100000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturasının sonuna həmin hərflərdən birini əlavə etməklə alınır. Məsələn, 87-ci şəkildə ştrixlənmiş və **B** hərfi ilə işarələnmiş vərəqin nomenklaturası K-38-30-B olacaqdır. 1 : 50000 miqyaslı xəritə vərəqinin ölçüsü en dairəsi üzrə 10', uzunluq dairəsi üzrə 15'-dir.

1:50000 miqyaslı xəritənin bir vərəqinə 4 vərəq 1:25000 miqyaslı xəritə vərəqi müvafiqdir. 1:25000 miqyaslı xəritə vərəqlərinin nomenklaturası 1:50000 miqyaslı vərəqin nomenklaturasına əlifbanın ilk dörd **a, b, c, ç** hərflərindən birini əlavə etməklə alınır. Məsələn, 87-ci şəkildə **ç** hərfi ilə işarələnmiş və ikiqat ştrixlənmiş 1:25000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturası K-38-30-Ç-ç olacaqdır. 1:25000 miqyaslı xəritə vərəqinin çərçivəsinin ölçüsü en dairəsi üzrə 5', uzunluq dairəsi üzrə isə 7/30"-dir.



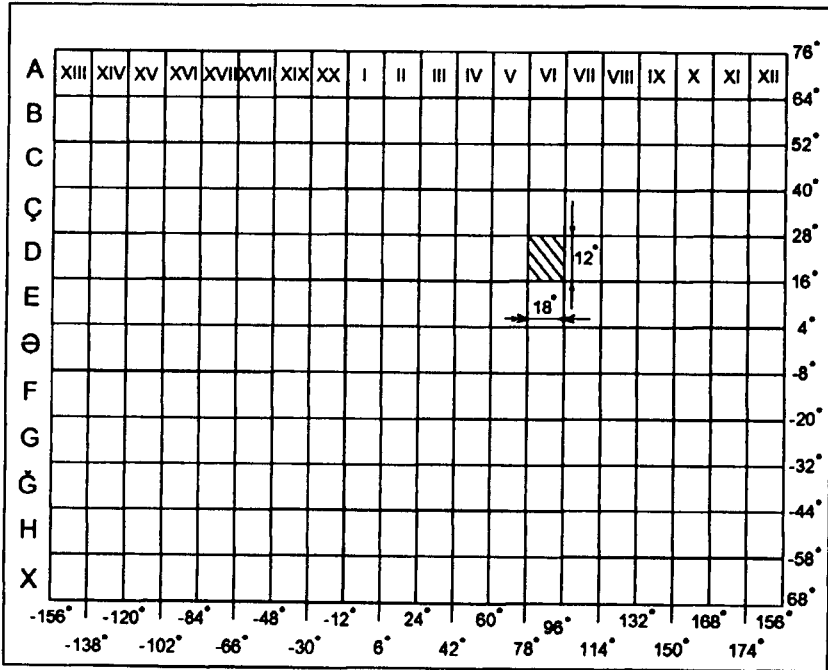
Şəkil 87

1 : 10000 miqyaslı xəritə vərəqləri, 1 : 25000 miqyaslı xəritə vərəqi üzərində 1, 2, 3 və 4 rəqəmləri ilə və onların nomenklaturası 1 : 25000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturasına bu rəqəmlərdən birini əlavə etməklə yazılır. Məsələn, 87-ci şəkildə 4 rəqəmi ilə işarələnmiş vərəqin nomenklaturası K-38-30-Ç-a-4 olacaqdır. 1 : 10000 miqyaslı xəritə vərəqinin çərçivə ölçüsü en dairəsi üzrə $2/30''$, uzunluq dairəsi üzrə isə $3/45''$ -dir.

Şekli dəyişmiş polikonik proyeksiyada tərtib olunmuş 1:2000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələr vahid xəritə vərəqini 12^0 -dən (24^0 -dən bir 1:4000000 miqyaslı xə-

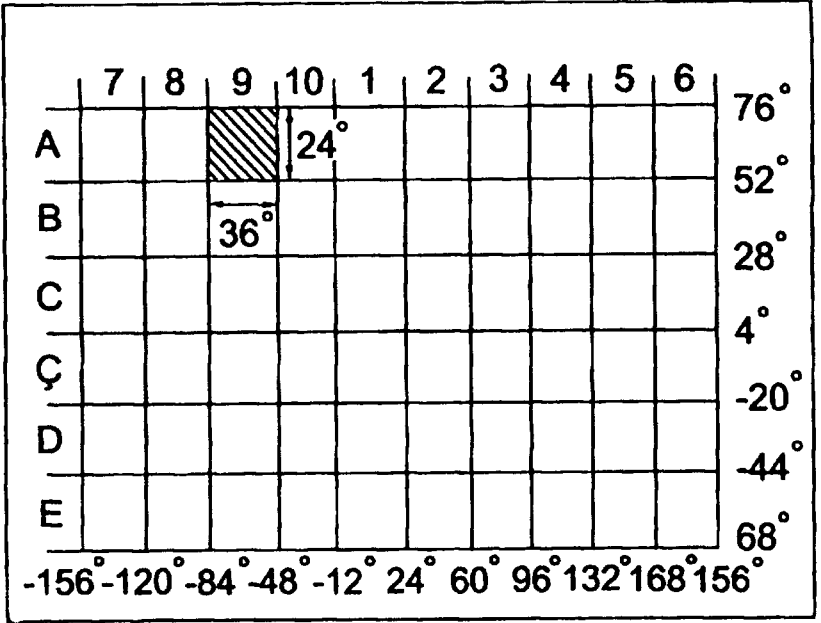
rite üçün) bir paralellərlə ayrı vərəqələrə bölürlər. 76° şimal en dairəsindən cənuba – qurşağa və 18°-dən bir (1:4000000 miqyaslı xəritələr üçün 36°-dən bir) uzunluq dairəsi – 12° olan meridiandan şərqə – sütuna qədər.

1:2000000 və 1:4000000 miqyaslı xəritələrin nomenklaturası qurşaq hərfləri və sütun rəqəmləri ilə işarələnməlidir. 1:2000 000 miqyaslı xəritələrdə qurşaq 76° - en dairəsindən cənuba Azərbaycan əlifbasının baş hərfləri A-dan İ-yə kimi işarələnir (şəkil 88). Bu 1:2000000 miqyaslı xəritənin nomenklaturası D-VI olacaq.



Şəkil 88.1:2000 000 miqyaslı xəritələrin (razqrafkəsi) bölünməsi və nomenklaturası

1:4000000 miqyaslı xəritələr üçün isə A hərfindən Ə hərfinə kimi işarələdir. 1:2000000 miqyaslı xəritələrdə sütunlar rum rəqəmləri ilə I-dən XX-yə qədər 1:4000000 miqyaslı xəritələr üçün isə ərəb rəqəmləri ilə 1-dən 10-a qədər işarələdir (şəkil 89).



Şəkil 89. 1:4000000 miqyaslı xəritənin bölünməsi və nomenklaturası

Şəkil 89-da 1:4000000 miqyaslı xəritənin nomenklaturası A-9-dur.

§ 58. Xəritələrin rəqəmli nomenklaturası

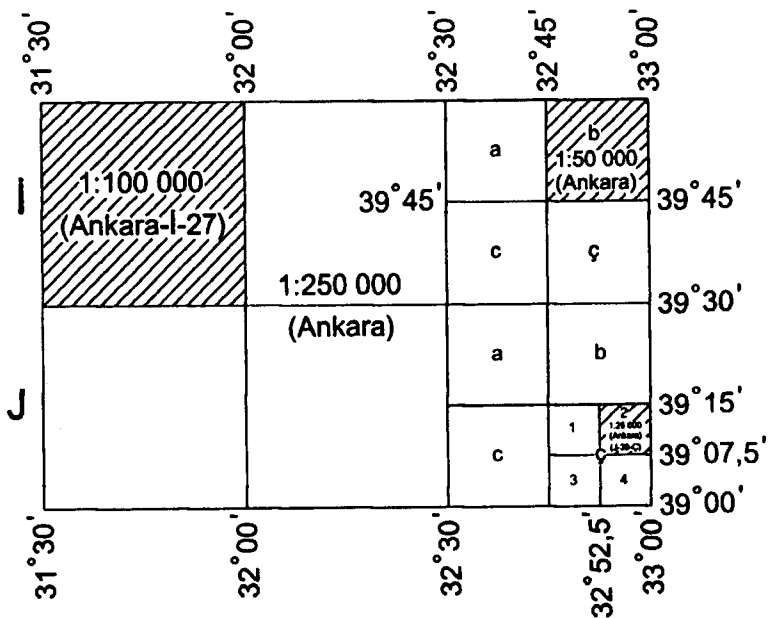
Xəritələrin rəqəmli nomenklaturası onların uçotlarının aparılması və elektron hesablayıcı maşından (EHM) istifadə edəndə tələbat sənədlərinin tətbiqində istifadə olunur. Qurşağı göstərən hər bir hərf ikiqat rəqəmlə əvəz olunur. Həmin o hərflər qurşağın sıra nömrəsinə (və ya latın əlifbasının sırasına) müvafiqdirlər. Məsələn, A-01, B-02, C-03, D-04, E-05, F-06, G-07, H-08, İ-09, J-10, K-11, L-12, M-13, N-14, O-15, P-16, Q-17, R-18, S-19, T-20, U-21. Məsələn, 1:1000000 miqyaslı xəritə və rəqənin K-38 nomenklaturası rəqəmli nomenklatura ilə əvəz olunduqda belə olacaq 11-38. 1:200000 miqyaslı xəritə vərəqi 01-dən 36-ya kimi iki rəqəmli, 1:100000 miqyaslı xəritə 001-dən 144-ə kimi üç rəqəmlə işarələnirlər.

1:500000, 1:50000 və 1:25000 miqyaslı xəritələrin nomenklaturalarındakı hərflər müvafiq rəqəmlərlə 1, 2, 3, 4 əvəz olunurlar.

Türkiyədə əvvəllər trianqulyasiya şəbəkəsinin başlanğıcı Ankara şəhəri yaxınlığındakı Meşədağı adlanan yerdəki nöqtə qəbul olunmuşdur. Türkiyə topoqrafik xəritələri dövlətin qərb sərhəddinin şimalındakı hər hansı bir nöqtədən başlayaraq şərqi doğru hər 30' bir nömrə ilə (1, 2, 3...), başlanğıc nöqtədən cənuba doğru isə hər 30' – dən bir çəkilmiş paralellərə latın əlifbasının birinin adı yazılır. Hər bir topoqrafik xəritəyə xəritədəki iri yaşayış məntəqəsinin adı verilir.

Məsələn: 1:250000 miqyaslı topoqrafiya xəritəsinin nomenklaturası belə olacaq: «Ankara». Bu xəritənin en dairəsi 1° , uzunluq dairəsi isə $1^\circ 30'$ – dir. 1:250000 miqyaslı topoqrafiya xəritə vərəqində 6 ədəd 1:100000 miqyaslı xəritə vərəqi var. Nomenklaturası belədir: «Ankara – İ - 27» (şəkil 90). 1:100000 miqyaslı topoqrafiya xəritə vərəqində 4 ədəd 1:50000 miqyaslı xəritə vərəqi var. Onlar latın əlifbasının kiçik hərfləri ilə (a, b, d, ç) işarələnir və nomenklaturası «Ankara – İ – 29b» olacaq.

1:50000 miqyaslı xəritə vərəqi 4 yerə bölünür və 1, 2, 3, 4 ərəb rəqəmləri ilə işarələnir. Beləliklə, 1:25000 miqyaslı xəritə vərəqinin nomenklaturası 90-cı şəklə əsasən «Ankara – İ – 29ç2» olacaq.



Şəkil 90.

1:25000 miqyaslı xəritə vərəqini 25 yerə bölüb 1:5000 miqyaslı xəritə vərəqi alırlar və onun nomenklaturası belə olur. «Ankara – İ – 29ç2-5». Hər bir xəritə vərəqinin çərçivələrinin en və uzunluq dairələri haqqında məlumat 90-cı şəkildə verilmişdir. Xəritələrin hamısında miqyaslar bir ədədi və 4 ölçü vahidində qrafiki verilir: dəniz mili, quru mili, fut, kilometr. Ölçü vahidləri haqqında § 4 və 5-də geniş məlumat verilib.

Türkiyə 1952-ci ildə NATO*-ya daxil olduqdan sonra onların topoqrafiya xəritələri NATO xəritələrinə uyğunlaşdırılmışdır.

İndi Türkiyə xəritələrində bütün dünya bölgələrə bölünüb.

1) Qitə bölgələri: Afrika, Antarktika (Yer kürəsinin cənub qütb sahəsi), Arktika (Yer kürəsinin şimal qütb sahəsi). Asiya, Avropa, Cənubi və Orta Amerika, Şimali Amerika, Avstraliya və Şərqi Asiya adaları;

2) Qitə bölgələrinin əsas bölgələri: bu bölgələr hərflərlə işarələnib. Onlardan: Avropa qitəsi (M), Asiyada Rusiya, Ukrayna və sair keçmiş sovet əraziləri (N),

* NATO- North Atlantic Treaty Ovganization ingilis sözlərinin baş hərfləri olaraq Azərbaycan dilinə tərcüməsi-Şimali Atlantika Müqaviləsi Təşkilatı deməkdir. Bu təşkilat 26 dövlətin hərbi siyasi blokudur. Blok 1949-cu ildə yaranıb. O vaxt bloka 12 dövlət – ABŞ, Böyük Britaniya, Fransa, İtaliya, Kanada, Belçika, Niderland, Lüksemburq, Portuqaliya, Norveç, Danimarka və İslandiya, 1952-ci ildə Türkiyə və Yunanıstan, 1955-ci ildə Almaniya Federativ Respublikası, 1982-ci ildə İspaniya, 1997-ci ildə Macarıstan, Polşa, Çexiya Respublikası, 29 mart 2004-cü ildə isə Slovakiya, Sloveniya, Rumıniya, Bolqarıstan, Latviya, Litva və Estoniya (Vaşinqtonda) ŞAMT-na qoşulmuşlar. İndii NATO-nun 26 üzvü var və onun daimi iqamətgahı Brüsseldədir (Belçika). Yaxın gələcəkdə bu bloka Azərbaycan və Gürcüstan da qəbul olunacaqlar.

Türkiyə, İran və Ərəb yarımadası tərkibinə daxil olan sahə (K), Hindistan, Əfqanıstan, Pakistan əraziləri (U), Afrikada Qərbi Afrika ölkələri (P) hərfi ilə işarələnmişdir.

3) Əsas bölgələr daxilindəki kiçik bölgələr də eyni qayda ilə bölünüblər. Onlardan: (M) qitə bölgəsi içində Yunanıstan, Bolqarıstan, Rumıniya və Yuqoslaviya ərazilərini əhatə edən sahə, (O) sayı ilə; keçmiş sevetlər birliyinin Türkiyə ilə qonşuluqdakı xəritələri (N), əsas bölgü sayı ilə nömrələnmişdir.

Əsas bölgələrdən (K) bölgəsi içində Türkiyə 1; Suriya 2; Fələstin, İsrail, İordaniya əraziləri 3; İraq 4; İran 5; Səudiyyə Ərəbistanı 6 rəqəmləri ilə işarələnmişdir. Xəritələrin seriya və nömrələri 2 tiplidir:

a) tipinin – üç element seriya nömrələri var:

I element: Bütün dünya və ya qitə bölgələrini böləkən bir say;

II element: Miqyas qrupunu göstərən say;

III element: Xəritə seriyasını göstərən rəqəm sayı.

Bu say rəqəmi 01, 02 – 09, 10, 11 – şəkildə yazılır.

Məsələn: 1:1000000 miqyaslı Dünya xəritəsinin seriya nömrəsi 1301-dir. Burada 1- Dünya, 3 miqyas qrupu (1:1000000); 01 seriyasının nömrəsini göstərir.

(b) tipi – 4 element seriya ilə nömrələnir:

I element: Qitə bölgələri daxilindəki əsas bölgü göstərən hərf;

II element: Miqyas qrupu;

III element: Əsas bölgü daxilindəki bölgülərin sayı;

IV element: Xəritə seriyasının öz bildiricisi olan bir sayı.

Bu say (O)-dan başlayaraq iki rəqəmli də, bir rəqəmli də ola bilər. Hər iki tip seriya nömrələrində ikinci element xəritənin miqyasını göstərir. Miqyaslar belə olur:

- 1) 1:5000000 və daha kiçik;
- 2) 1:2000000 – 1:5000000;
- 3) 1:510000 – 1:2000000 (1:1000000 standart miqyas);
- 4) 1:175000 - 1:510000 (1:500000 standart miqyas);
- 5) 1:150000 – 1:255000 (1:250000 standart miqyas);
- 6) 1:70000 – 1:150000 (1:100000 standart miqyas);
- 7) 1:35000 – 1:70000 (1:50000 standart miqyas);
- 8) 1:35000 daha iri miqyaslı (1:25000 əsas miqyas).

b) tipli seriya nömrəsinə misal: HələlİK istifadə olunan Türkiyə xəritəsinin seriya nömrəsi K 816-dır. Burada K əsas bölgü, 8 rəqəmi miqyasın 1:25000 olduğunu, 1 rəqəmi böyük bölgü daxilindəki nömrə, 6 rəqəmi isə seriyanın nömrəsidir (NATO üzvləri arasında).

Xəritənin ilk çapı müttəfiqlər arasında razılaşdırılır və koordinatlaşdırılır. Əgər 1:25000 miqyaslı Türkiyə xəritəsində hər hansı bir dəyişiklik aparılaraq, yenidən çap olunursa, onda xəritənin nomenklaturasında yeni bir dəyişiklik olmur. Onun nömrəsi olduğu kimi qalır. Yalnız onun təkrar çap olunduğu tarix göstərilir.

Türkiyə xəritələri (1:250000 – 1:25000) UTM (Universal Transvers Merkator) və ya Qauss-Kruger proyeksiyalarında tərtib olunur.

UTM proyeksiyasına görə Yer Qrinviç meridianından hər 6° -dən bir çəkilmiş meridianlarla 1-dən 60-a qədər nömrələnir. Paralellər isə ekvatorndan şimal və cənub qütblərinə doğru 8° -dən bir çəkiliblər. Şimal qütbünə 84° -yə qədər, cənub qütbünə isə 80° -yə qədər işarələnmişdir. Cənub qütbü 80° -dən şimala doğru 0° -yə qədər C, D, E, F, G, H, J, K, L, M hərfləri ilə, 0° -dən şimala doğru isə N, P, Q, R, S, T, U, V, W, X hərfləri ilə işarələnmişdir (X hərfi 12° -li paraleli əhatə edir – 72° - 84°).

§ 59. Aviasiyada istifadə olunan xəritələrin seçilməsi və dəyərləndirilməsi (qiymətləndirilməsi)

Aviasiyada istifadə olunan xəritə miqyasının seçilməsi və qiymətləndirilməsi naviqasiya üçün həll olunan məsələnin xarakterindən və alınacaq yekun nəticənin dəqiqliyindən asılıdır.

Ancaq eyni miqyasda lakin müxtəlif proyeksiyalarda tərtib olunmuş olurlar. Şturman (təyyarəçi) uçuşa hazırlaşanda elə bir proyeksiyada tərtib olunmuş xəritəni seçir ki, həmin xəritə konkret məsələnin həlli üçün yararlı olsun.

Xəritənin tərtib olunduğu proyeksiyanın seçilib qiymətləndirilməsi üç parametrlə götürülür:

- meridian və paralellər şəbəkəsinin görünüşü ilə;
- təhrif xarakteri və böyüklüyü ilə;
- yol xəttinin və xəttin vəziyyətinin əks olunması xarakteri ilə.

O xəritələrdən istifadə etmək məsləhət görülür ki, onlarda meridian və paralellər sadə xətlərlə əks olunurlar: düz, dairə qövsü və kiçik əyrililərin əyrisi ilə. Onların formaları koordinatların dəqiq götürülməsinə və ölçülməsinə yaxşı şərait yaratsın.

Təyyarənin uçuşa hazırlanmasında həll olunan məsələlərdən biri də xəritə üzərində istiqamət və bucağın ölçülməsidir. Ona görə də bərabər bucaqlı və sərbəst proyeksiyalarda bucaq səhvi az olduğu üçün onlardan istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Bərabər bucaqlı proyeksiyalardan ən yaxşısı o proyeksiya sayılır ki, rayon daxilində və uçuş marşrutunda uzunluq səhvi minimal olsun.

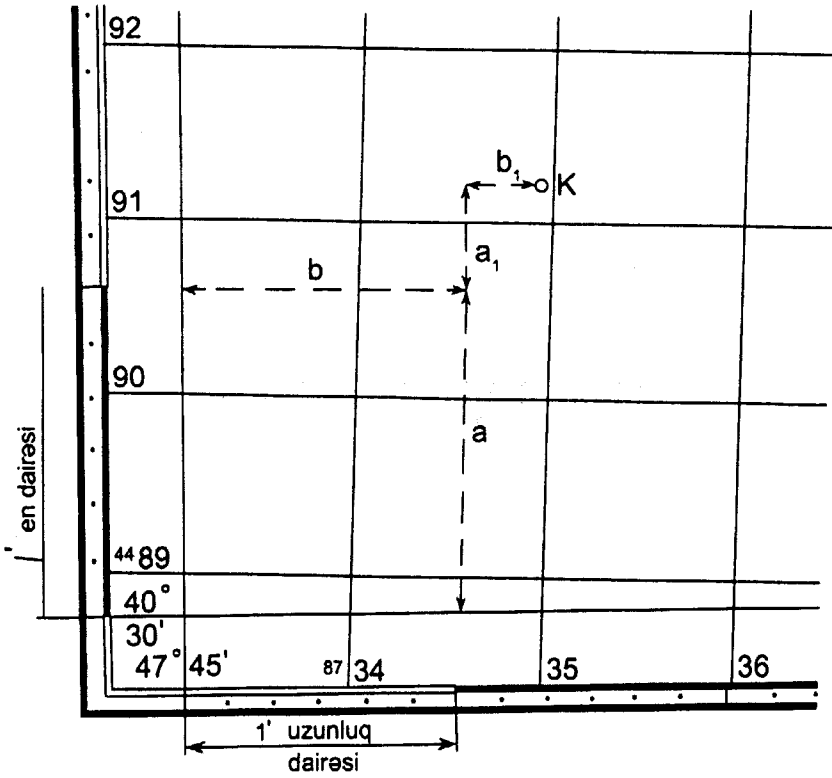
Tədqiqatlar göstərir ki, ən əlverişli proyeksiya qütb rayonları üçün stereoqrafiya proyeksiyadır, orta en dairəsi zolağı üçün normal bərabər bucaqlı konik proyeksiya və ekvator enlik qurşağı üçün isə normal bərabər bucaqlı silindrik proyeksiyadır. Proyeksiya düzgün seçilərsə, uzunluq ölçüsündəki təhrif 3,5%-dən çox olmayacaq. Məhdudiyətli rayonlarda uçuş üçün ən əlverişli şəklən dəyişmiş polikonik (beynəlxalq) proyeksiyadır.

Çünkü bu proyeksiyada uzunluq və bucaqların təhrifi azdır. Bu onunla izah olunur ki, uçuşda ən çox şəkli dəyişmiş polikonik (beynəlxalq) proyeksiyada tərtib olunmuş xəritələrdən istifadə olunur. Yol xəttini və xəttin vəziyyətini əks etdirəndə elə bir proyeksiya seçmək lazımdır ki, o proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə onlar ya sadə düz xətlə və ya sadə əyrili xətt kimi görün-sünlər. Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, hər hansı bir uçuşa hazırlıq işləri aparanda ona az vaxt sərf olsun.

Xəritənin miqyası təyyarənin uçuş sürətindən, məsafədən asılı olaraq seçilir. Ondan başqa məsələnin həll olunması xarakteri, xəritənin təyinatından və dəqiqliyindən asılıdır. Çünki 300 km sürətlə uçan təyyarə üçün uçuş xəritəsi kimi 1:200000, 1:500000 və nadir hallarda 1:1000000 miqyaslı xəritələrdən, sürəti saatda 300 km-dən çox olan təyyarə uçuşları üçün 1:500000, 1:1000000, 1:2000000 miqyaslı xəritələrdən istifadə olunur.

§ 60. Xəritədə geodeziya koordinatlarının tapılması

Topoqrafiya xəritə vərəqinin çərçivəsi trapesiya şəklindədir. Aşağı və yuxarı tərəflər paralellərdir, yan tərəflər isə meridianlardır. Topoqrafiya xəritə vərəqələrinin çərçivələrində geodeziya koordinatları yazılıblar. 1:500000 və daha kiçik miqyaslı xəritələrin geodeziya koordinatları çərçivəsinin daxilində meridian və paralellərdə yazılırlar (bax şəkil 91).



Şəkil 91

Daxili çərçivədən bir az kənarında iki xətt çəkilib ki, onlar da dəqiqələrə bölünüblər. Bu da öz növbəsində xəritənin xarici çərçivəsini təşkil edir. Hesablama asan olsun deyə dəqiqələr növbə ilə bir dəqiqədən bir qaralanırlar. Bu cür çərçivəyə 1:25000, 1:50000, 1:100000 və 1:200000 miqyaslı xəritələr malikdirlər.

Məsələn, K nöqtəsinin geodeziya koordinatlarını ($\varphi_k=?$; $\lambda_k=?$) tapmaq üçün nöqtənin cənubundan keçən

paralel və qərbindən keçən yuxarı meridianı çəkmək və bunlardan (şəkil 91-də bu paralel $40^{\circ}31'$, meridian $47^{\circ}46'$ -dir) nöqtəyə qədər olan məsafələri a , b ölçmək lazımdır. Bundan başqa bir dəqiqəlik meridian və paralel parçasının uzunluğu da həmin çərçivə bölgüsündən ölçülməlidir. Onda

$$a = 36 \text{ mm} - 60''$$

$$a_1 = 12 \text{ mm} - x''$$

buradan

$$x'' = \frac{12 \times 60''}{36} = 20''$$

Uzunluq dairəsi üzrə

$$b = 30 \text{ mm} - 60''$$

$$b_1 = 8 \text{ mm} - y''$$

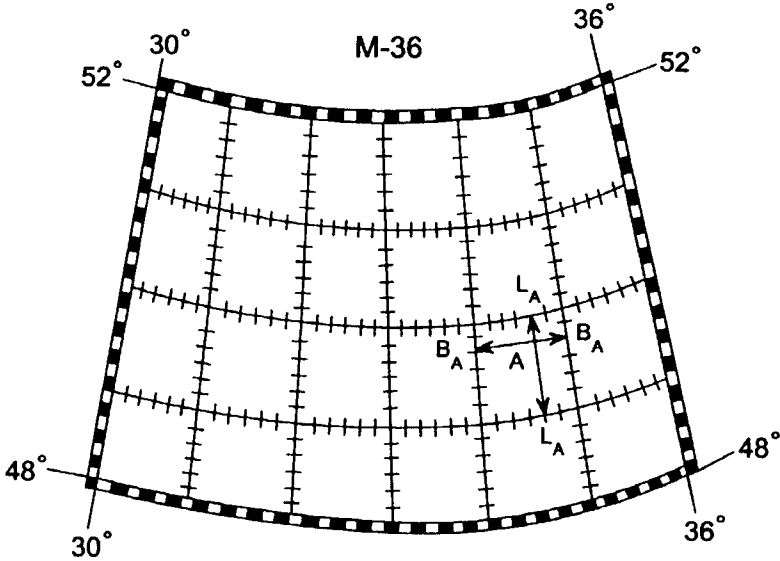
buradan

$$y = \frac{8 \times 60''}{30} = 16''$$

$x = 20''$ və $y = 16''$ qiymətlərini müvafiq dəqiqələrə əlavə etdikdə k nöqtəsinin geodezi koordinatları $\varphi_k = 40^{\circ}31'20''$, $\lambda_k = 47^{\circ}46'16''$ alırıq.

1:500000 miqyaslı xəritələrdə en dairəsi üzrə $20'$ və uzunluq dairəsi üzrə isə $30'$ -dən bir paralel və meridianlar çəkiliblər. Xarici çərçivə kimi onlarda $5'$ -yə bölünüblər. O da öz növbəsində nöqtənin yerdəki geodeziya koordinatlarını tapmağı asanlaşdırır. A nöqtəsinin geodeziya koordinatlarını tapmaq üçün həmin nöqtədən

keçmək şərtilə paralel və meridianlara paralel xətlər çəkilir, tam dərəcələr götürülür (şəkil 92). Nöqtəyə yaxın paralel və meridianlardan nöqtəyə qədər en və uzunluq dairələri üzrə hesabat cənub paralelindən, en dairəsinin hesabı isə qərb meridianından götürülür. Götürülmüş hesabatlar müvafiq dərəcələrə əlavə olunurlar.



Şəkil 92. Aeronaviqasiya xəritəsində geodeziya koordinatlarının tapılması

1:1000000 və 1:2000000 miqyaslı xəritələrdə nöqtənin geodeziya koordinatlarını tapmaq üçün onu yaxındakı paralel və meridiaana çıxarıb en və uzunluq dairələrindən hesabat götürmək lazımdır (şəkil 92).

Verilmiş geodeziya koordinatlarına görə nöqtəni xəritəyə keçirmək üçün xəritənin xarici çərçivəsində

(1:25000 – 1:200000 miqyaslı xəritələrdə) və yaxındakı paralel və meridianlardan (1:500000 və 1:1000000 miqyaslı xəritələrdə) verilmiş koordinatları qeyd edib, onlardan bir-birinə perpendikulyar xətt çəkmək. Onların kəsişdiyi nöqtə bizim xəritəyə keçirdiyimiz nöqtə olacaqdır.

§ 61. Topoqrafiya xəritələrində yerdəki nöqtənin düzbucaqlı koordinatlarının tapılması

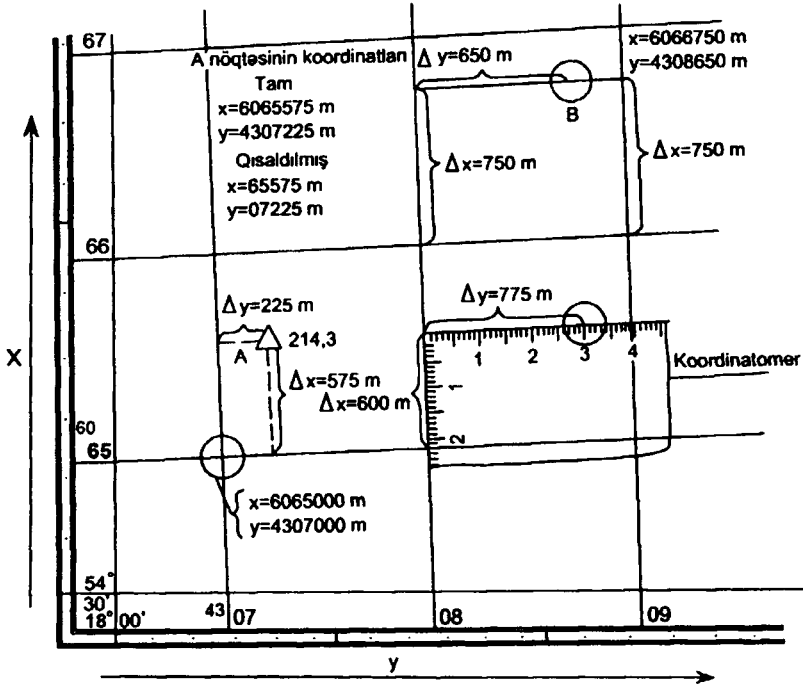
Obyektin topoqrafiya xəritəsində düzbucaqlı koordinatlarının tapılması metoduna (üsuluna) misalda baxaq. Tutaq ki, bizə lazımdır A nöqtəsinin düzbucaqlı koordinatlarını tapmaq (şəkil 93).

Şəkildən görünür ki, A nöqtəsi şəbəkənin üfüqi 6065 və 6066 xətləri arasındadır. Beləliklə, A nöqtəsinin absisi ($X-i$) 6065-dən çox 6066-dan azdır.

A nöqtəsinin X -ni tapanda əvvəl şəbəkənin üfüqi xəttindəki rəqəmi yazmaq, sonra A nöqtəsindən aşağıdakı üfüqi xəttə perpendikulyar çəkib onu ölçüb yazılmış rəqəmin ardınca yazmaq. Yəni $X=6065000m + 575m = 6065575 m$.

Həmin A nöqtəsinin ordinatları da bu yolla tapılır.

A nöqtəsinin ordinatı (Y) həmin kvadratda şəbəkənin sol şaquli xəttindəki rəqəmi (4307) yazmaqla və sonra həmin şaquli xətdən nöqtəyə qədər məsafəni ölçmək – 225 m. Sonra əvvəlki $4307000 + 225 = 4307225 m$ olacaq.



Şəkil 93. Gauss proyeksiyasında müstəvi düzbucaqlı koordinatların tapılması

Beləliklə, *A* nöqtəsinin düzbucaqlı koordinatları

$$x=6065575 \text{ m};$$

$$y=4307225 \text{ m} \text{ olacaqdır.}$$

Bu cür koordinatlara tam koordinat deyilir. Çünki *A* nöqtəsinin ekvatorndan nə qədər və orta meridiandan 500 km sola çəkildiyi zonanın nömrəsi ilə göstərib.

Əgər koordinatların tapılması bir vərəqdə aparılıbsa, onda rəqəm yazılarını qısaltmaq üçün sonuncu beş rəqəmi yazmaq kifayətdir. Çünki (y üçün iki və ya üç) birinci iki rəqəm təkrar yazılacaqlar. Belə koordinatlara qısaldılmış koordinatlar deyilir. A nöqtəsinin qısaldılmış koordinatları belə olacaq:

$$x=65575 \text{ m}; y=07225 \text{ m}$$

§ 62. Düzbucaqlı koordinatları məlum olan nöqtənin xəritəyə keçirilməsi

Əvvəl verilmiş düzbucaqlı koordinatlarına görə nöqtənin olduğu kvadrat tapılır. Məsələn, B nöqtəsinin koordinatları (şəkil 93) $x=6066750 \text{ m}; y=4308650 \text{ m}$.

Deməli, nöqtə (6608) kvadratındadır. Sonra kvadratın aşağı sol tərəfindən şəbəkənin şaquli xətti ilə $\Delta x=750 \text{ m}$ məsafəsini yuxarıya doğru, sağ tərəfə isə $\Delta y=650 \text{ m}$ qeyd edirlər. Bu iki bir-birinə perpendikulyar xətlərin kəsişdiyi nöqtə axtardığımız B nöqtəsi olacaq.

Xəritədə nöqtənin koordinatlarını tapanda və ya koordinatlarına görə nöqtəni xəritəyə keçirəndə pərgardan, miqyas xətkesindən və koordinatomerdən istifadə olunur (şəkil 93). Zabit xətkesindən koordinatomer kimi də istifadə etmək olar.

§ 63. Direksion bucağı, həqiqi və maqnit azimutu

Xəritədə yerdəki obyektə istiqamət başlanğıc istiqamətə nisbətən tapılır. Başlanğıc istiqamət qəbul olunur:

- həqiqi meridian istiqaməti;
- maqnit meridianının istiqaməti;
- şəbəkənin şaquli xəttinin istiqaməti;
- oriyentirin istiqaməti.

Hansı istiqamətin başlanğıc istiqamət qəbul olumasından asılı olmayaraq üç bucaq növü götürülür: həqiqi azimut A_h ; maqnit azimutu A_m və direksion bucaq α .

Həqiqi meridianın şimal istiqaməti ilə verilən xətt arasında qalan və saat əqrəbinin hərəkəti üzrə $0-360^\circ$ arasında ölçülən bucağa **həqiqi azimut** deyilir.

Maqnit meridianının şimal istiqaməti ilə verilən obyektədən keçən xətt arasında qalan və saat əqrəbinin hərəkəti üzrə $0-360^\circ$ arasında ölçülən bucağa **maqnit azimutu** deyilir.

Kilometr şəbəkəsinin şaquli xətləri zonanın ox meridianına paralel olduqları üçün şəbəkənin şaquli xəttinin şimal istiqaməti ilə verilən obyektədən keçən xətt arasında qalan və saat əqrəbinin hərəkəti üzrə $0-360^\circ$ arasında ölçülən bucağa **direksion bucaq** deyilir.

§ 64. Maqnit meyl etməsi və meridianların yaxınlaşması

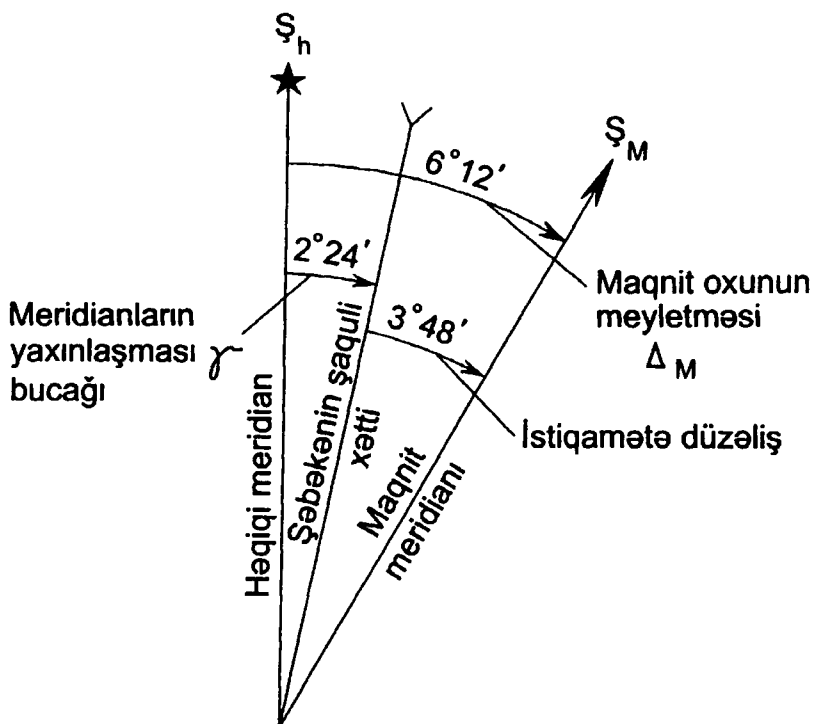
Məlumdur ki, bizim planetimiz iki maqnit qütblüdür. Yer kürəsində maqnit meridianı çox az yerlərdə həqiqi meridianla üst-üstə düşür. Maqnit meridianı ilə həqiqi meridian arasındakı bucağa *inhiraf bucağı* (meyl-ətmə) deyilir və Δm ilə işarələnir. Maqnit meyl etməsi şərqə doğru olduqda işarəsi müsbət, qərbə doğru meyl-ətmənin işarəsi isə mənfi olur. İnhiraf bucağı yerindən və vaxtından asılı olaraq dəyişir. Azərbaycan ərazisində bu rəqəm $+4^0$ -yə yaxındır. Məsələn: şəkil 94-də 1983-cü ildə meyl-ətmənin şərqə $6^012'$ olduğu görünür. 1978-ci ildə isə qərbə doğru $5^050'$ olmuşdur. İllik meyl-ətmə dəyişikliyi şərqə $0^005'$ olmuşdur. 1983-cü ilin maqnit meyl-ətməsini tapmaq üçün $(1983-1978=5 \text{ il}) \cdot 5' \times 5 = 0^025'$ tapırıq. Sonra 1983-cü il üçün $\Delta m = (-5^050') + 0^025' = -5^025'$ olacaq.

Meridianların orta yaxınlaşma bucağı şərqə $2^024'$. Kompası (bussolu) koordinat şəbəkəsinin şaquli xəttinin üstünə qoyanda maqnit oxu şərqdə $3^048'$ -ni göstərir. İllik meyl-ətmə qərbə doğru $0^002'$ -dir. Direksiyon bucaqdan maqnit azimutuna keçdikdə düzəliş $3^048'$ olacaq (şəkil 94). Şərqə meyl-ətmə $+\Delta m$ ilə, qərbə meyl-ətmə isə $-\Delta m$ ilə işarələnirlər. Bütün maqnit meridianları yer səthində iki nöqtədə-qütblərdə birləşirlər.

Vaxt keçdikcə onların vəziyyətləri də dəyişir.

1970-ci ildə maqnit meridianının şimal qütbü Kanada rayonunda olub və onun geodeziya koordinatları $75,7^{\circ}$ şimal en dairəsi və $101,5^{\circ}$ qərb uzunluq dairəsi. Cənub qütbü cənubi Viktoriyada $65,5^{\circ}$ cənub en dairəsi və $140,3^{\circ}$ şərq uzunluq dairəsi.

Yer səthində bütün nöqtələr özünün vaxt keçdikcə dəyişən maqnit meyletməsinə malikdirlər.



Şəkil 94. Topoqrafik xəritənin cənub çərçivəsinin altında yerləşən şəbəkənin şaquli xətti, həqiqi və maqnit meridianının qarşılıqlı yerləşmələri sxemi

Meyletmə əsri və sutka olurlar. Əsri meyletmədə hər nöqtədə dəyişiklik müxtəlif olur. Məsələn, Avropada maqnit meyletməsi ildə orta hesabla $+(6-8')$ olur ki, bu da maqnit meyletməsinin ardıcıl artmasına səbəb olur. Planalma vaxtı xəritə vərəqinin cənub çərçivəsinin altında illik meyletməni və düzəlişi qeyd edirlər. Məsələn: «1980-ci ildə meyletmə şərqə $6^{\circ}12'$, meyletmənin illik dəyişməsi isə $0^{\circ}02'$ ».

Müəyyən səhvlə illik dəyişmələri nəzərə alsaq, istənilən il üçün maqnit meyletməsini $0,1^{\circ}$ dəqiqliyində tapmaq olar. Sutka ərzində maqnit meyletməsi yerin hansı rayonundan, ilin fəslindən, sutka saatından asılı olaraq dəyişir. En dairəsi artdıqca dəyişmə rəqəmi artır. Yayda dəyişmə daha çox olur, nəinki qışda, gündüzdə gecədən çox dəyişir. Yerli vaxtla saat 10 və 18 radələrində orta sutka meyletməsinə daha yaxındır. Ona görə pelenqatorları bussolla yuxarıda göstərilən vaxt oriyentirləmək daha məqsədəuyğundur.

Maqnit meyletməsinə günəşin aktivliyi və şimal şəfəqi də təsir edirlər. Maqnit qasırğasına ən çox maqnit qütbləri və onlara yaxın ərazilər məruz qalırlar. Yer kürəsi səthində elə rayonlar var ki, orada bir nöqtədən digərinə nisbətən maqnit meyletməsi bir neçə on dərəcə olur. Bəzi hallarda bu meyletmə 180° -də olur. Bu rayonlara **maqnit anomaliyalı rayonlar** deyilir. Məsələn, Kursk, Maqnitqorsk, Nikopolskaya, Kolski anomalyalı rayonlardır.

Maqnit anomaliyalı rayonlarda bussoldan istifadə etmək olmaz. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, maqnit anomaliyalı rayonlarda təyyarədəki maqnit kompasından istifadə etmək olar. Maqnit anomaliyasının kompas göstəricisinə cüzi təsiri yalnız təyyarə alçaqdan uçanda olur.

Maqnit meyletməsini nəzərə almaq üçün sorğu xəritəsində yer səthindəki maqnit meyletmələri eyni olan nöqtələr əyri xətlərlə birləşdirilir. Belə xətt **izoqon** adlanır.

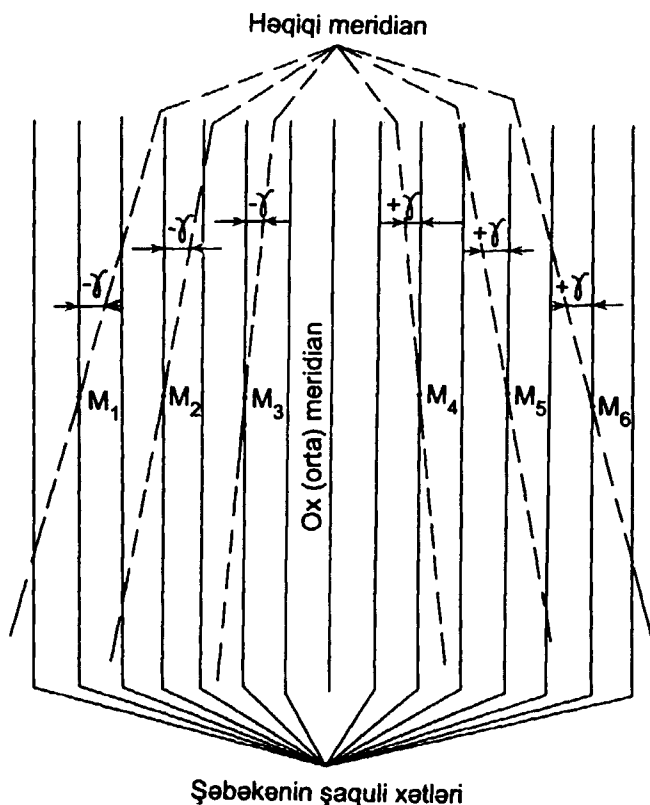
Aeronaviqasiya xəritələrində izoqonlar qırmızı qırıq (punktir) xətlə göstərilir. Aradakı boşluqda maqnit meyletməsinin qiyməti və işarəsi göstərilir. Topoqrafiya, aeronaviqasiya və maqnit xəritələrində anomaliya göstərilir.

Pelenqatorları oriyentirləyəndə maqnit meyletməsini $0,1^\circ$ dəqiqliyində bilmək lazımdır. Elə hal olur ki, maqnit meyletməsinə çətinlik yaranır və bəzən də heç şərait olmur. Ona görə də yerüstü radiotexniki qurğuları yüksək dəqiqlikdə oriyentirləyəndə Yer in maqnetizm prinsipinə əsaslanan cihazlardan istifadə etmək olmaz.

Belə hallarda astronomik, hiroskopik və geodeziya oriyentirləmə üsullarından istifadə etmək lazımdır. Məlumdur ki, həqiqi meridianlar qütblərdə birləşdikləri halda koordinat şəbəkəsinin şaquli xətləri zonanın (orta) ox meridianına paralel çəkilirlər. Ona görə də onlar həqiqi meridianla üst-üstə düşmür və müəyyən bir bucaq əmələ gətirir.

Nöqtədən keçən həqiqi meridianın şimal istiqaməti ilə şəbəkənin şaquli xətti arasındakı bucağa **meridianların yaxınlaşması bucağı** deyilir və γ (qamma) hərfi ilə işa-

rələnir. 95-ci şəkildən görünür ki, ox meridianından başqa şəbəkənin bütün şaquli xətləri həqiqi meridianla üst-üstə düşümlər. Əgər şəbəkənin şimal tərəfinin şaquli xətti həqiqi meridiandan şərqə meyl edərsə, onda meridianların yaxınlaşması bucağı şərqə olacaq (müsbət), qərbə meyl edərsə qərbi adlanır və işarəsi də mənfi. Koordinat şəbəkəsinin şaquli xətti maqnit meridianı ilə də üst-üstə düşür. Maqnit oxunun şəbəkənin şaquli xətti ilə əmələ gətirdiyi bucağa *istiqlamətə düzəliş* deyilir.



Şəkil 95. Topoqrafiya xəritələrində meridianların yaxınlaşması

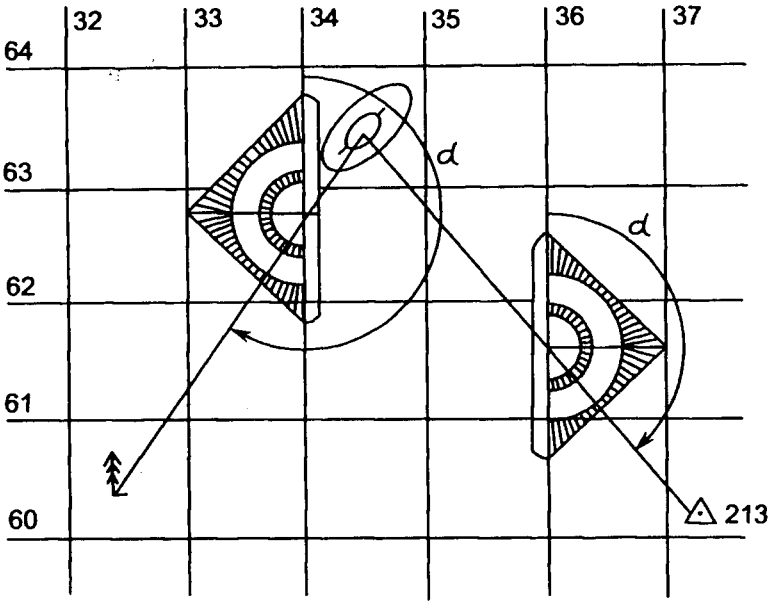
Əgər şəbəkənin şaquli xətti maqnit meridianından şərqə meyl edirsə, onda o düzəlişin işarəsi müsbət, qərbədirsə, mənfi olacaq.

İstiqamətlərə düzəlişlər haqqında məlumatlar 94-cü sxem şəklində xəritə çərçivəsinin cənub tərəfində verilir. Düzəlişlər haqqında məlumatlar ondan ötrüdür ki, xəritədə ölçülmüş direksion bucaqdan maqnit azimutuna və əksinə keçməyi tezləşdirsin.

§ 65. Topoqrafiya xəritələrində direksion bucaqların, həqiqi və maqnit azimutlarının tapılması

Xəritədə direksion bucağı tapmaq üçün:

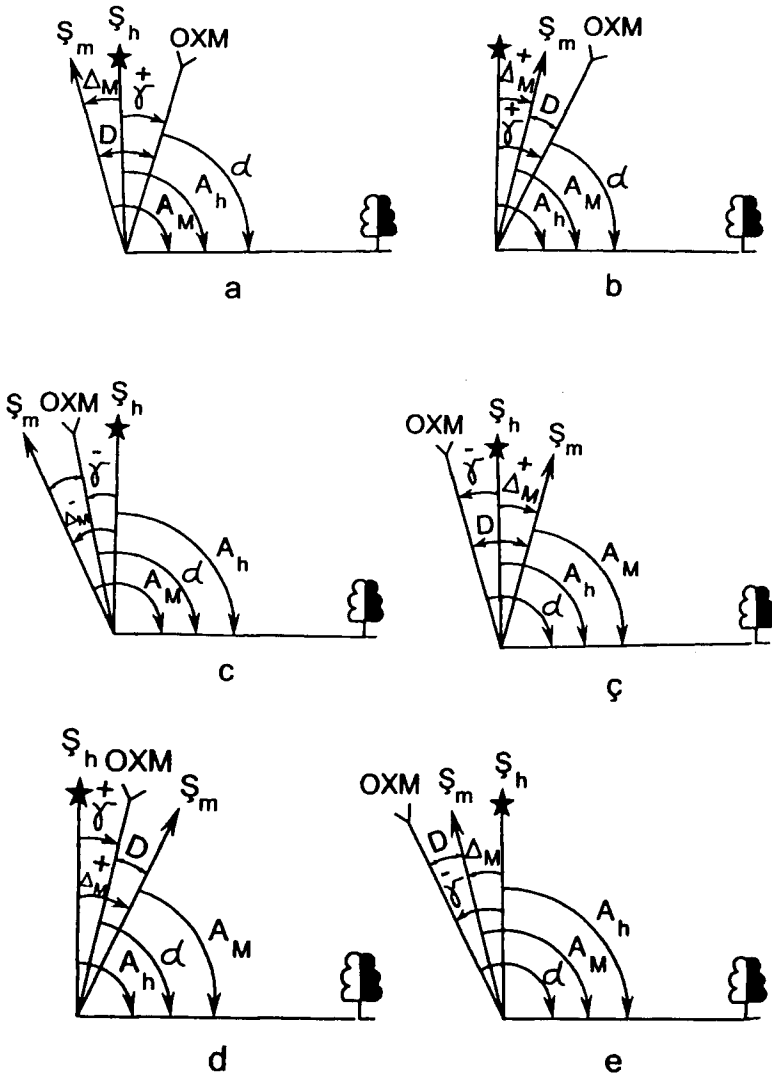
- direksion bucağı axtarılan nöqtələri düz xətlə birləşdirmək;
- şəbəkənin şaquli xətti ilə çəkilmiş düz xəttin kəsişdiyi nöqtədə oriyentir obyektinə direksion bucaq α ölçülür (şəkil 96).



Şəkil 96. Topoqrafiya xəritəsində transportirlə direksion bucağın ölçülməsi

Direksion bucaqdan maqnit azimutuna keçmək üçün istiqamətə düzəliş verilməlidir.

97-ci şəkildən görünür ki, maqnit meridianının və şəbəkənin şaquli xəttinin həqiqi meridiaana nisbətən necə olduğunu və onlar arasındakı asılılığı aşağıdakı düsturlarla tapmaq olar.



Şəkil 97. Dirsion bucaqdan maqnit azimutuna və əksinə keçmə:
a, b, c – $A_m = \alpha + d$, $\alpha = A_m - d$; ç, d, e – $A_m = \alpha - d$, $\alpha = A_m + d$

$$d = (\pm \Delta m) - (\pm \nu) \quad (174)$$

$$A_m = \alpha - (\pm d) \quad \text{və ya} \quad A_m = A_h - (\pm \Delta m) \quad (175)$$

$$\alpha = A_m + (\pm d) \quad (176)$$

$$A_h = \alpha - (\pm \nu) \quad (177)$$

Burada:

d – istiqamətə düzəliş;

Δm - maqnit meridianının meyletməsi;

ν - meridianların yaxınlaşması bucağı (qamma);

A_m – maqnit azimutu;

α - direksion bucaq;

A_h – həqiqi azimut.

Misal. $\Delta m = -6^0$ (qərbə); $\nu = -2^0$ (qərbə)

$$\alpha = 165^0 \quad d \text{ və } A_m = ?$$

Həlli. 174 və 175-ci düsturlardan

$$d = (-6^0) - (-2^0) = -4^0$$

$$A_m = 165^0 - (-4^0) = 169^0$$

Topoqrafiya xəritəsində transportirlə həqiqi azimutu ölçmək üçün lazımdır:

- həqiqi azimutları tapılan oriyentir nöqtələri düz xətlə birləşdirmək;

- verilmiş nöqtələrin arasından həqiqi meridianı keçirmək və xəritənin şimal və cənub çərçivələrində eyni qiymətli dəqiqə bölgülərini birləşdirmək;

- həqiqi meridianla çəkilməmiş xəttin kəsişdiyi nöqtədə bucağı ölçmək.

Bucaq həqiqi meridianın şimal istiqamətindən saat əqrəbi istiqamətində oriyentir nöqtəyə qədər ölçülür. Ölçülmüş bucaq həqiqi azimut olacaq. Maqnit azimutunu almaq üçün ölçülmüş həqiqi azimuta maqnit meyletməsini əlavə etmək lazımdır.

$$A_m = A_h - (\pm \Delta m) \quad (178)$$

§ 66. Aeronaviqasiya xəritələrində həqiqi və maqnit yol bucaqlarının tapılması

Həqiqi meridianın şimal istiqaməti ilə yol xətti istiqamətindəki bucağa **yolun həqiqi bucağı (YHB)** deyilir.

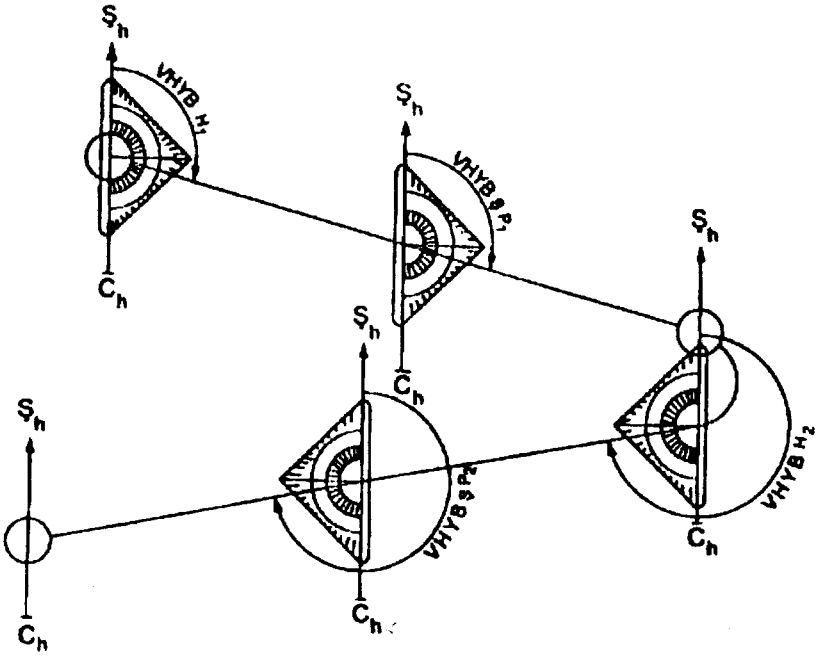
YHB saat əqrəbi istiqamətində 0°-dən 360°-yə qədər ölçülür. Maqnit meridianının şimal istiqaməti ilə yol xətti istiqamətinə kimi 0°-dən 360°-yə qədər ölçülən bucağa **yolun maqnit bucağı (YMB)** deyilir.

Yolun həqiqi bucaqları (YHB) və ya verilmiş həqiqi yol bucaqları (VHYB) aeronaviqasiya xəritələrində transportirlə ölçülür. Transportir təyyarəçi və şturmanın işi alətlərinə daxildir.

Transportir şəffaf selluloiddən iki şkalalı üçbucaq şəklində hazırlanıb. Ən kiçik bölgüsü 1°-dir. Bununla YHB-ni $\pm 0,5^\circ$ dəqiqliyində ölçmək olur. Aeronaviqasiya xəritəsində YHB (VHYB) ölçmək üçün:

- verilmiş yol xəttini xəritəyə keçirmək;

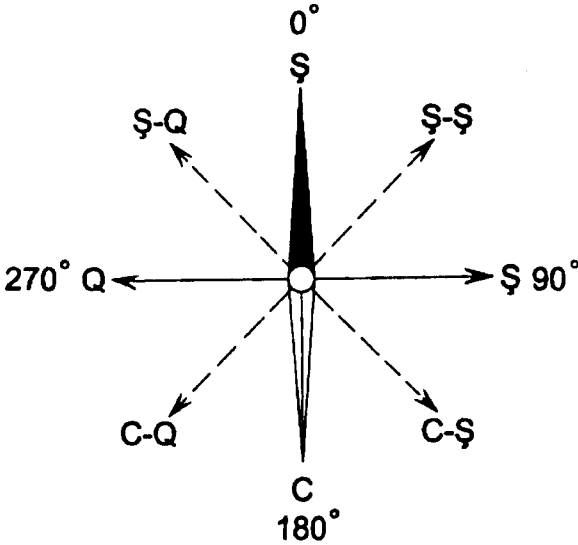
- transportirin yuxarı tərəfini uçuş tərəfə istiqamətləndirmək;
- transportirin mərkəzini verilmiş yol xəttinin üstünə qoymaq və xətti $0-180^\circ$ həqiqi meridianla üst-üstə salmaq;
- YHB-nin (VHYB) qiymətini verilmiş yol xəttinin əks tərəfində transportir şkalasının kəsişdiyi yerdən oxumaq (şəkil 98).



Şəkil 98. Xəritədə verilmiş həqiqi yol bucağının (VHYB) ölçülməsi.

Yol bucağı 0° - 180° arasında olanda VHYB-nin qiyməti transportirin xarici şkalasından götürülür. Yol bucağı 180° - 360° arasında olanda transportirin daxili şkalasından hesabat götürülür.

Kobud səhvlərə yol verməmək üçün (xüsusilə 180°). YHB (VHYB) ölçəndə istiqaməti dəqiq bölmək lazımdır (şəkil 99).



Şəkil 99. Əsas istiqamətlər

Təyyarəçi və şturman aeronaviqasiya xəritələrində YHB-ni nəinki transportirlə və hətta belə gözəyarı da tez tapmalıdırlar. Səriştəli şturman və təyyarəçi YHB-ni $\pm 5^{\circ}$ dəqiqliyində tapırlar. YMB-nin qiyməti marşrutda

YHB-nin maqnit meyletməsi nəzərə alınmaqla hesablanır. O bu cür hesablanır

$$YMB = YHB - (\pm \Delta m) \quad (179)$$

§ 67. Vaxt və onun ölçülməsi

Cismin yaşaması vaxt (zaman) və məkandan asılıdır. Bütün hadisə və dəyişikliklər «vaxtda» olur. İnsanlar ən qədim zamanlardan «vaxtı» hesablamağa başlamışlar. Bununla onlar hər hansı bir hadisənin nə zaman baş verdiyini öyrənmək istəmişlər. Əvvəllər vaxt çox kobud hesablanırdı. Sonralar tədricən dəqiqləşdirilmişdir. Vaxtın ilk elmi ölçüsü astronomiya elminə aiddir. **Yer öz oxu ətrafında 23 saat 56 dəqiqə 4 saniyədə tam dövr etdiyi üçün həyat təcrübəsində vaxt aşağıdakı ölçü vahidləri ilə hesablanır:**

1. Təqvim sutkaları 365 – adi ildən və sutkaları 366 olan uzun ildən ibarət olan təqvim ili.
2. Sutkada – 24 saat, saatda 60 dəqiqə və dəqiqədə 60 saniyə vardır.

Astronomiyada isə vaxtın ölçü vahidləri tropik il, orta və ulduz sutkalarıdır. Tropik il – Yerin öz orbiti üzrə Günəş ətrafında bir dəfə dövr etməsindən ibarətdir. Həmin vaxt 365,2422 orta sutkaya bərabərdir. Bir tropik il ərzində Yer ellips şəklindəki trayektoriya ilə Günəş ətrafında fırlanır və bununla da vaxt dəyişir. Tropik

il tam sutkalara bərabər olmadığı üçün təcrübədə onu 365,25 sutka götürürlər.

Uzun il 4 ildən bir kəsirsiz dördə bölünən illərdə (məsələn, 2000, 2004, 2008, 2012, 2016, 2020 və s.) olur.

Tropik il dəqiq 365,25 sutka olmadığı üçün, (**yəni həqiqətdə o, 365 sutka 5 saat 48 dəqiqə 46,1 saniyə olduğuna görə**) təqvim ili ilə düz gəlməsi üçün uzun əsrlər götürülür (1600, 2000, 2400 və s.).

Ümumiyyətlə, sayı 4-ə kəsirsiz bölünən əsrlər götürülür. Ona görə 1900-cü il adi il, 2000-ci il isə uzun il olmuşdur.

İkinci vaxt ölçü vahidi sutkalar, yəni gecə ilə gündüzün dəyişməsidir. Yerin öz oxu ətrafında bir dəfə fırlanmasına *orta ulduz sutkası* deyilir.

Meridianların uzunluq dairəsi ilə vaxt arasında aşağıdakı əlaqə vardır.

$$1 \text{ saat} = 1^h = 15^0; 1 \text{ dəq.} = 1^m = 15^l; 1 \text{ san.} = 1^s = 15''.$$

Günəş vasitəsilə azimut hesablananda aşağıdakı vaxtlardan istifadə olunur:

1. **Həqiqi vaxt.** Günəş mərkəzinin fəzanın cənub (görünən) hissəsində meridian səthindən keçdiyi momentə *həqiqi günorta* deyilir. Cismin meridiandan keçməsinə isə *kulminasiya* deyilir.

Cisim meridianın şimal zenit nöqtəsində olduqda, onun *yuxarı kulminasiyası*, cənub nöqtəsində isə *aşağı kulminasiya* adlanır.

Şerti olaraq, Günəş mərkəzinin yuxarı kulminasiya nöqtəsində hərəkət edərək, yenə də yuxarı kulminasiya nöqtəsinə qayıtma vaxtına **həqiqi sutka** deyilir. Həqiqi sutka üçün başlanğıc həqiqi günorta götürülür. Günəşin öz orbiti ilə getdiyi yol saat bucağı ilə ölçülür. Başqa sözlə, həqiqi Günəş vaxtı gün mərkəzinin *saat* bucağıdır. ***Ekliptikanın ekvatora 23°27' bucaq altında əyilməsinə və Günəşin öz orbiti üzrə müxtəlif sürətlə hərəkət etməsinə görə həqiqi sutkalar müxtəlif olur.***

2. **Orta vaxt.** Vaxtı müxtəlif ölçülərlə ölçmək əlverişli olmadığı üçün astronomiyada orta vaxt götürülür. Burada günəşin fəza ekvatorunun səthi üzrə eyni sürətlə hərəkət etdiyi fərz olunur.

Günəşin orta ekvatorial tam bir kulminasiyası vaxtına **orta sutka** deyilir. Orta sutkanın başlanğıcı kimi ekvatorial (fiktiv) Günəşin yuxarı kulminasiyası momenti götürülür. Orta ekvatorial Günəşin hər hansı bir orta vaxt momenti onun saat bucağıdır. Vaxt orta vaxt vahidi ilə götürülür. İstifadə etdiyimiz saatlar orta vaxtla işləyir. Orta vaxtdan həqiqi vaxta keçmək üçün lazımı momentdə onların bir-birindən fərqlərini bilmək lazımdır.

Orta vaxtla həqiqi vaxt arasındakı fərqə **vaxt tənliyi** deyilir. Vaxtın tənliyi hər tarix üçün 0^h saati vaxtında cədvəllərdə və ya günəşin efimeridində verilir. Vaxtın tənliyi E , orta vaxt m ilə, həqiqi vaxtın t_0 fərqlinə bərabərdir.

$$E = m - t_0 \quad (180)$$

3. **Yerli mülki vaxt.** Təcrübədə sutka başlanğıcı üçün günorta deyil, gecəyarısı götürülür. Gecəyarıdan hesablanan orta vaxta *mülki vaxt* deyilir. Mülki vaxt orta Günəş vaxtı 12^h-a (saata) bərabərdir.

Eyni bir fiziki anda Yer üzərində vaxt 0-dan 24 saat qədər dəyişir. Hər bir meridianın özünün müəyyən bir vaxtı olacaq ki, buna da *yerli vaxt* deyilir. Yer səthindən götürülən hər hansı iki nöqtənin saatları (vaxtları) arasındakı fərq, *meridianların uzunluq dairəsi fərqi*nə bərabərdir.

Bütün fəza cisimlərinin kulminasiyası qərbdə yerləşən nöqtəyə nisbətən şərqdəki nöqtələrdə tez olur. Şərqdə yerləşən nöqtədəki kulminasiya vaxtını T_0 , qərbdə yerləşəni T_w və nöqtələrin meridianlarını uzunluq fərqi-ni $\Delta\lambda$ ilə işarə etsək, yaza bilərik:

$$T_0 = T_w + \Delta\lambda \quad (181)$$

4. **Ümumdünya və ya Qrinviç vaxtı.** Vaxtla uzunluq dairəsi əlaqədar olduqlarına görə hər ölkə üçün Qrinviç meridianı başlanğıc qəbul edilir. *Qrinviç vaxtına ümumdünya vaxtı* deyilir. Günəşin, planet və ulduzların efimeridi Qrinviç gecəyarısı 0^h üçün, ümumdünya mülki vaxt və ya günortası isə 12^h üçün verilir.

5. **Qurşaq vaxtı.** Xarici ölkələrlə rabitədə yerli vaxtdan istifadə olunur. Qatar, təyyarə, su nəqliyyatı və s.-in hərəkət cədvəlləri qurşaq vaxtına əsasən tərtib edilir.

Vaxtın tez və asan hesablanması üçün çox dövlətlərdə qurşaq vaxtından istifadə edilir. Ona görə Yer üzərində hər 15° -dən bir meridian keçir ki, bunların da hər biri 1^h -a bərabər olduğundan Yer üzərində cəmi 24 saat qurşağı olur (bax şəkil 100).

İki qurşaq arasındakı vaxtın fərqi 1^h -dir (ssatdır). Şerti olaraq hər bir qurşağın müxtəlif nöqtələrindəki vaxtı eyni götürülür.

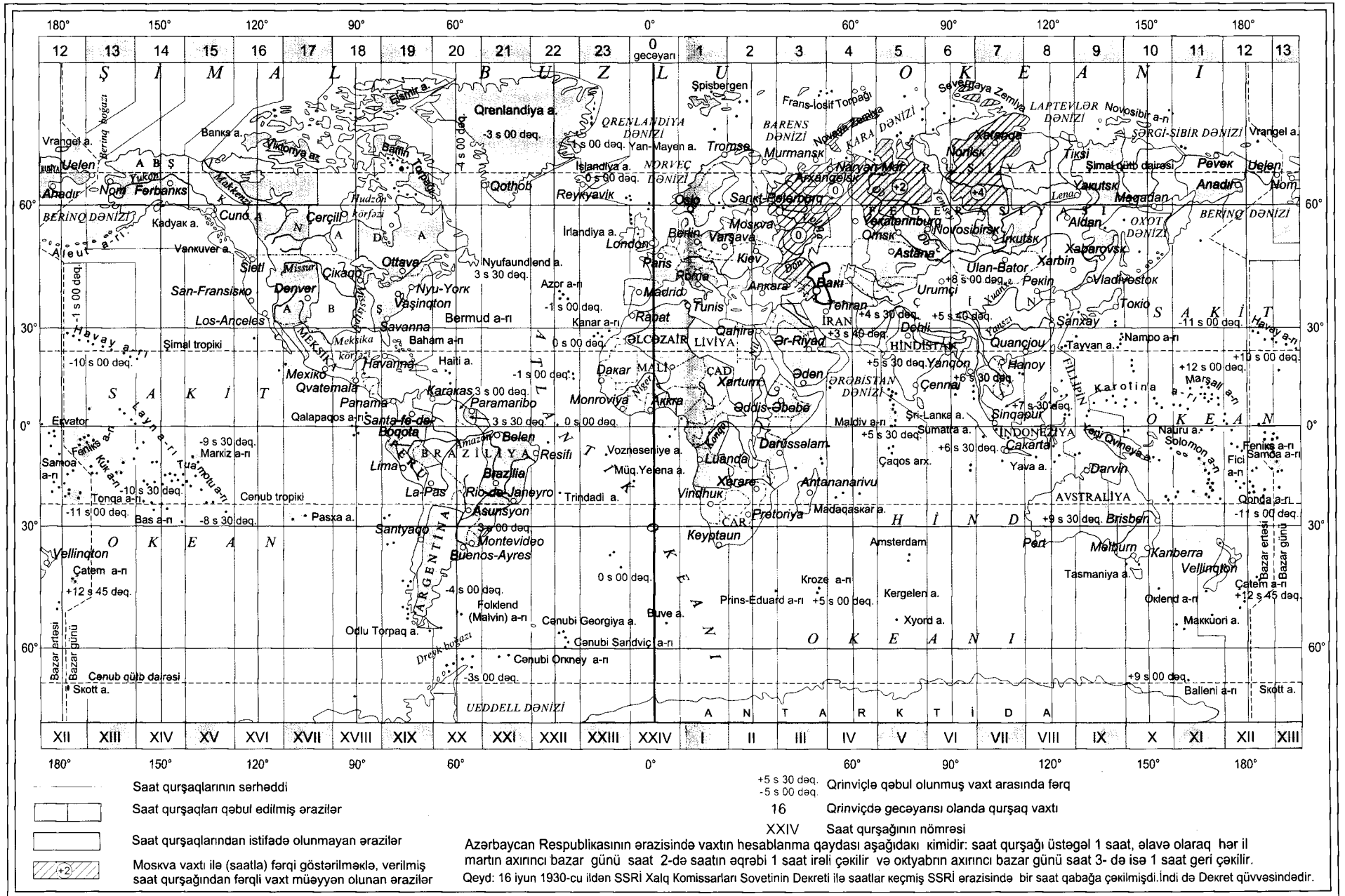
Qurşaq sərhədləri dəqiq hər 15° -dən bir deyil, iqtisadi və siyasi mülahizələrə əsasən çəkilir. Keçmiş SSRİ-dən başqa bütün Avropa dövlətləri eyni saat qurşağından istifadə edirlər. Keçmiş SSRİ ərazisi böyük olduğu üçün saat qurşaqları çaylar, dəmir yolları, inzibati sərhədlərlə, yaşayış məntəqələri seyrək olan yerlərdə isə meridianlarla ayrılmışdır (şəkil 100).

6. Dekret vaxtı. 16 iyun 1930-cu ildən etibarən keçmiş SSRİ XKS-nin dekreti ilə saatlar 1 saat qabağa çəkilməmişdir ki, buna *dektret vaxtı* deyilir. Yəni qurşaq vaxtından 1 saat çox. Ondan başqa Azərbaycan Respublikasının ərazisində hər il martın axırını bazar günü *saat 2-də saatın əqrəbi bir saat irəli çəkilir* və oktyabrın axırını bazar günü *saat 3-də isə bir saat geri çəkilir*.

Beləliklə, yay aylarında qurşaq vaxtı iki saat, qış aylarında isə bir saat qabağa çəkilmiş olur.

SAAT QURŞAQLARI

Miqyas 1: 180 000 000

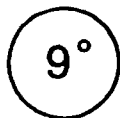


Yer səthinin 24 saat qurşağına bölündüyünü nəzərə alaraq (uzunluq dairəsi 15° -dən bir), keçən əsrin sonunda yeni qurşaq vaxtı tətbiq edilmişdir. Müasir xəritənin fərqi ondan ibarətdir ki, saat qurşaqlarının sərhəddi, istifadəsi asan olsun deyə, dövlət və inzibati ərazilərə görə, həmçinin çaylara və dəmir yollarına görə müəyyən olunur.

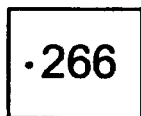
Şəkil 100.

ƏLAVƏLƏR

Uçuş xəritələrində tətbiq olunan şərti işarələr:



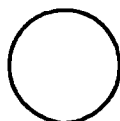
- maqnit meylectməsi



- yerin dəniz səviyyəsindən yüksəkliyi



- yol xətti



- kontrol oriyentir, marşrutun döngə məntəqəsi, marşrutun başlanğıc məntəqəsi (MBM) və marşrutun sonuncu məntəqəsi (MSM).



- uçuş vaxtı oriyentirin üstündən uçanda təyyarənin olduğu yerin qeydi



- yolun hesablanmasından və yolun (marşrutun) çəkilməsindən alınan (o cümlədən avtomatik marşrut çəkilməsindən və hesablanmasından) təyyarənin olduğu yerin qeydi



- ekipajın sorğusu ilə yerdən alınmış təyyarənin yeri (TY)



$\frac{\text{ÜM}}{710}$

- stasionar daim keçirici radiostansiya:
ÜM-üfüqi məsafə-çağırış
710 – tezlik



- hərəkətdə olan ötürücü radiostansiya



- stasionar (daimi) əlaqəli radiostansiya



- stasionar (daimi) və hərəkətdə olan radiopelenqatorlar (daxilində yazılır: k-komandır, y-yan, ə-radiostansiya ilə əlaqəsiz)



- stasionar və hərəkətdə olan radiopelenqator



- stasionar və hərəkətdə olan radiomayak

$\left(\frac{\text{pelenqin istiqaməti}}{385} \right)$



- dairəvi radiolokasion qurğu



- itmiş tapmaq radiolokasion stansiyası



- təyyarənin yerə enməsi üçün stasionar radiotexniki sistem



- təyyarənin yerə enməsi üçün hərəkətdə olan radiotexniki sistem



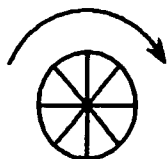
- kurs və ya qlissad radiomayak (daxilində həriflərdən biri K və ya Q yazılır)



- radiomarker



- ionlu kod svetomayakı (ışığı mayakı-
dəniz fənəri)
(KP həriflərini verir-ötürür)



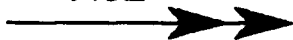
- fırlanan svetomayak
(5 f/dəq., iş 1 dəqiqə, fasilə 2 dəqiqə)

12.16



- orientirdən təyyarəyə pelenq xətti
(vaxt 12 s. 16 dəq)

7.52



- RNT-dən təyyarəyə pelenq xətti
(vaxt 7 s. 52 dəq.)

$$\left(\frac{75}{0.25} 254^\circ \right)$$

- sürətdə ($s=75$) orientirlər arasındakı məsafə kilometrə, məxrəcdə ($t=0,25$) – orientirlər arasındakı uçuş vaxtı. Oriyentirlər arası uçuş üçün maqnit yol bucağı ($MYB=254^\circ$)

Teleqraf (Morze) əlifbası

Aa . -	Qq - - .
Bb - . . .	Ll . - . .
Cc .	Mm - -
Çç - - - .	Nn - .
Dd - . .	Oo - - - .
Ee: . . - . .	Öö . . - . .
Əə - . . .	Pp . . - .
Ff . . - .	Rr . . - .
Gg . . . -	Ss . . .
Ğğ - . . - -	Şş - - - -
Hh - . . -	Tt -
Xx	Uu . . -
İı - . . -	Üü . . - -
İi . .	Vv . . -
Jj - -	Yy . . - -
Kk - . -	Zz - - . .

Rəqəmlər

1 .----

2 ..---

3-

4-

5

6 -.....

7 --....

8 ----..

9 -....

0 -.....

**Geodeziya, topoqrafiya və kartoqrafiya sahəsində
rast gələn bəzi sözlərin izahı.**

lat. – Latınca	ita. – İtalyanca
alm. – Almanca	ing. – İngiliscə
ər. – Ərəbcə	fr. – Fransızca
yun. – Yunanca	

Azimut – ər. **as** – **symut** – səmt (yollar)

Berqştrix – alm. **berq** – dağ, **strich** – cizgi, xətt

Bussol – ita. **bussola** – xırda qutu (qutucuq)

Diafraqma – yun. **diaphraqma** – arakəsmə, pərdə

Diastimometrik – bucaq – yun. **diastima** – məsafə, **metreo** – ölçürəm

Direksion bucaq – lat. **directio** – istiqamət

Ekvator – lat. **aeguator** – **aeguus** – bərabər – tarazlayan

Fotoqrammetriya – yun. **photos** – işıq+**qramme** – yazı+**metreo**- ölçürəm

Geodeziya – yun. **geodaisia** – yerbölmək və ya hissələrə ayırmaq. **ge** – yer və **daio** - bölmək

Geoid – yun. **ge**- yer+**eidos** – oxşar, bənzər

Kaptoqrafiya – yun. **chartes** – papirusdan yazı üçün hazırlanmış vərəq + . . . **grapho** – yazıram

Kollimasiya səhvi – təhrif olunmuş latın sözü **collineare** – tuşlama, nişan almaq

Kompas – ita. **compasso** – pərgar, sirkul. lat. **circus** – dairə

Komponovka – lat. **componere** – tərtib etmək

Qlobus – lat. **qlobus** – kürə deməkdir

Gradus – lat. **gradus** – addım, pillə, dərəcə (ərəblər bunu IX əsrdə vermişlər)

Qravimetriya – lat. **gravis** – ağır, **metreo** – ölçürəm

Loksodromiya – yun. **lokos** – əyri+**dromos** – yol («çəp qaçış»). Loksodromiya termini elmə Holland alimi **S n e l l i u s** (1580-1625) tərəfindən daxil edilmişdir

Meridian – lat. **meridianus** – günorta

Metr – yun. **metron** – ölçü, ölçürəm

Ortodromiya – yun. **ortos** – düz+**dromas** – yol, qaçış- fırlanma səthi üzərində iki nöqtə arasındakı ən qısa xətt. Məs. Böyük dairənin qövsü. Loksodromiyanın əksinə olaraq meridianları müxtəlif bucaqlar altında kəsir.

Ortoqrafiya – yun. **ortos** – düz+**qrapho** – yazıram, yəni düzcüzan, düzyazan deməkdir. Bu proyeksiyanı yunan alimi **A p o l l o n i** eramızdan əvvəl 210-cu ildə təklif etmişdir.

Plan – lat. **planum** – səth, müstəvi.

Rekoqnostrasiya – lat. **recognoscere** – nəzərdən keçirmək, baxmaq.

Referens – lat. **referens** – rabitəçi, əlaqələndirən.

Refraksiya – lat. **refractus** – sınıq, qırıq.

Saniyə – ərə. İkinci. Lat.–**secunda** ikinci (dərəcənin ikinci qismi).

Sekstant – lat. **sexstans** – altıda bir hissə (1/6)

Situasiya – fr. **situation** – vəziyyət.

Stereoqrafiya – yun. **stereos** – fəza+**qrapho** – yazıram

Talveq – alm. **tal** – vadi, **weg** – yol.

Topoqrafiya – yun. **topos** – yer, ərazi+**qrapho** – yazıram.

İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYAT

1. Q.Ş.Məmmədov, İ.H.Əhmədov. Geodeziya. «Maarif» nəşriyyatı, Bakı, 2002, 32,5 çap vərəqi, 520 səh.
2. Q.Ş.Məmmədov, İ.H.Əhmədov. Hərbi topoqrafiyanın və geodeziyanın əsasları. «Nafta-Press» nəşriyyatı, Bakı, 2004, 51,25 çap vərəqi, 820 səh.
3. В.К.Шелупенко, Н.С.Бойченко, С.И.Нагорнов, Г.В.Школьник. Самолетовождение. Москва, Типография № 8, 1968 г.
4. М.А.Черный, В.И.Кораблин. Воздушная навигация. Москва, «Транспорт», 1983 г.
5. Н.Ф.Миронов. Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полетов. Москва, «Транспорт», 1993 г.
6. В.И.Марков, А.В. Митькин, Н.А.Завизион. Аэронавигационное обеспечение полетов на международных Воздушных Линиях Кировоград. 2001 г.

MÜNDƏRİCAT

Giriş	3
I Fəsil. Topoqrafiyanın predmeti və məqsədi	5
§1. Topoqrafiyanın predmeti	5
§2. Topoqrafiya və ya geodeziyanın əhəmiyyəti və başqa elmlərlə əlaqəsi	8
§3. Topoqrafiyanın inkişaf tarixi haqqında qısa məlumat	9
§4. Ölçü vahidlərinin yaranmalarının qısa tarixi	12
§5. Ölçü vahidləri	14
II Fəsil. Yer in forması və ölçüləri. Aviasiyada istifadə olunan koordinat sistemləri	18
§6. Yer in forması və ölçüləri haqqında anlayış	18
§7. Yer ellipsoidinin əsas xətləri və müstəviləri	28
§8. Geodeziya və astronomiya koordinat sistemləri	31
§9. Geodeziya koordinat sistemi	32
§10. Astronomiya koordinat sistemi	35
§11. Sferik koordinat sistemi	38
§12. Ortodromiya koordinat sistemi	45
§13. Qütb və bipolyar koordinat sistemləri	49
III. Fəsil. Yol xətti və xəttin vəziyyəti	56
§14. Yol xətləri və xətlərin vəziyyəti anlayışı	56
§15. Ortodromiya	58
§16. Marşrutun başlanğıc məntəqəsində ortodromiyanın yol bucağının tapılması	62
§17. Ortodromiya uzunluğunun tapılması	63

§18. Ortodromiyada ara nöqtələrin koordinatlarının tapılması.....	65
§19. Loksodromiya.....	69
§20. Loksodromiyanın yol bucağının tapılması.....	73
§21. Loksodromiya uzunluğunun tapılması.....	74
§22. Loksodromiyada ara nöqtələrin koordinatlarının tapılması.....	76
§23. Bərabər azimutlu xətlər.....	79
§24. Bərabərməsafəli xətlər.....	85
§25. Məsafə fərqləri bərabər xətlər.....	86
IV. Fəsil. Kartoqrafiya proyeksiyaları nəzəriyyəsinin əsasları ..	90
§26. Yer səthinin sfera və müstəvidə əks olunmasının məği (mahiyəti).....	90
§27. Xəritələrin miqyasları.....	93
§28. Təhrif ellipsi.....	100
§29. Xətlərin, bucaqların və sahələrin təhrif olunmaları....	103
§30. Təhrif xarakterinə görə proyeksiyaların təsnifatı.....	111
§31. Normal şəbəkədə meridian və paralellərin proyeksiyalarının təsnifatı	117
V. Fəsil. Konik proyeksiyalarda xəritələr	120
§32. Konik proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat və onların təsnifatı.....	120
§33. Sadə konik proyeksiya	122
§34. Normal düzbucaqlı konik proyeksiya.....	128
§35. Meridianların kəsişməsi bucağı.....	132

§36. Bərabərbucaqlı konik proyeksiyadakı xəritələrdə yol xəttinin və xətt vəziyyətinin çəkilməsi..... 135

VI. Fəsil. Şəkli dəyişdirilmiş polikonik (beynəlxalq)

proyeksiyalardakı xəritələr..... 151

§37. Sadə polikonik proyeksiya haqqında anlayış..... 151

§38. Çoxüzlü proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat 154

§39. Beynəlxalq proyeksiyalarda 1:1000000 miqyaslı xəritə..... 158

§40. Şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyalarda 1:2000000 miqyaslı xəritə..... 162

§41. Şəkli dəyişmiş polikonik proyeksiyalardakı xəritələrdə yol xəttinin və vəziyyət xəttinin çəkilməsinin xüsusiyyəti 164

VII. Fəsil. Silindrik proyeksiyalarda xəritələr 171

§42. Silindrik proyeksiyaların təsnifatı və onlar haqqında ümumi məlumat 171

§43. Sadə silindrik proyeksiya 174

§44. Normal bərabərbucaqlı silindrik proyeksiya 177

§45. Çəpəki və köndələn bərabərbucaqlı silindrik proyeksiyalar..... 187

§46. Qaussun bərabərbucaqlı köndələn-silindrik proyeksiyası..... 191

§47. Qaussun düzbucaqlı müstəvi koordinat sistemi..... 195

VIII. Fəsil. Azimutal proyeksiyalarda xəritələr 202

§48. Azimutal proyeksiyalar haqqında ümumi məlumat və onların təsnifatları..... 202

§49. Bərabəraralı azimutal proyeksiya.....	206
§50. Mərkəzi qütb proyeksiyası	209
§51. Stereoqrafik qütb proyeksiya	218
§52. Stereoqrafik proyeksiyalarda tərtib olunmuş xəritələrdə yol xəttinin və xəttin vəziyyətinin çəkilməsi	223
§53. Azimutal proyeksiyada tərtib olunmuş xəritədə yolun uzunluğunun və bucağının tapılması metodikası.....	232
IX. Aviasiyada tətbiq olunan xəritələr	236
§54. Xəritə və plan	236
§55. Topoqrafiya, aeronaviqasiya və xüsusi xəritələrin təsnifatları, təyinatları və onların xarakteristikaları ...	239
§56. Aeronaviqasiya qlobusu.....	245
§57. Xəritələrin sütunlara bölünməsi və nomenklaturası ...	246
§58. Xəritələrin rəqəmli nomenklaturası	257
§59. Aviasiyada istifadə olunan xəritələrin seçilməsi və dəyərləndirilməsi (qiymətləndirilməsi)	262
§60. Xəritədə geodeziya koordinatlarının tapılması.....	264
§61. Topoqrafiya xəritələrində yerdəki nöqtənin düzbucaqlı koordinatlarının tapılması	268
§62. Düzbucaqlı koordinatları məlum olan nöqtənin xəritəyə keçirilməsi.....	270
§63. Dereksion bucağı, həqiqi və maqnit azimutu.....	271
§64. Maqnit meyl etməsi və meridianların yaxınlaşması....	272
§65. Topoqrafiya xəritələrində direksion bucaqların, həqiqi və maqnit azimutlarının tapılması	277
§66. Aeronaviqasiya xəritələrində həqiqi və maqnit yol bucaqlarının tapılması	281
§67. Vaxt və onun ölçülməsi.....	284

Əlavələr	289
Uçuş xəritələrində tətbiq olunan şərti işarələr	290
Teleqraf (Morze) əlifbası	294
Geodeziya, topoqrafiya və kartoqrafiya sahəsində rast gəlinən bəzi sözlərin izahı.....	296
İstifadə olunan ədəbiyyat.....	298

Azərbaycan MEA-nın həqiqi üzvü,
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor
Arif Mircəlal oğlu Paşayev

Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü,
biologiya elmləri doktoru, professor
Qərib Şamil oğlu Məmmədov

Coğrafiya elmləri namizədi, dosent
Hacıağa İmanqulu oğlu Quliyev

Mühəndis **İmran Hüseyn oğlu Əhmədov**

AERONAVİQASİYADA KARTOQRAFİK PROYEKSİYALAR

Azərbaycan Respublikası «Azərbaycan Hava Yolları»
Dövlət Konserni Milli Aviasiya Akademiyasının
tələbələri üçün dərslik

Bakı – 2006

Nəşriyyatın direktoru: Hafiz Abiyev
Kompüter tərtibçisi: Qabil Xeyrullaoğlu
Korrektor: Zəfira Manaf qızı Bədəlova
Operator: İradə Həsənlı

Çapa imzalanmışdır: 15.11.2006. Sifariş № 32. Həcmi 19 ç.v.
Formatı 84x108 ^{1/32}. Tirajı 1000 nüsxə. Qiyməti müqavilə ilə.

*Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu «Nafsa-Press»
nəşriyyatının mətbəəsi. Bakı, H.Cavid pr. 29A. Tel.: 4393972*