

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 Abdullaqızı 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.

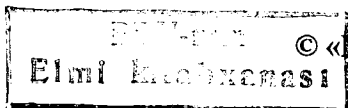
Dərslikdə aeronaviqasiyada istifadə olunan xəritələrin hansı kartoqrafiya proyeksiyasında tərtib olunmasına xüsusi diqqət yetirilib. Ümumiyyətlə, dərslikdə topoqrafiya, geodeziya, kartoqrafiyaya geniş yer verilib.

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



Elmi Mənbələri

© «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.

Aviasiyanın 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 mənim-sənilməsi, 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 onunu 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, Rəfəil 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

$$1 \text{ dyum} = 0,02634 \text{ m}$$

$$1 \text{ liniya} = 0,00219 \text{ m}$$

İngilis və Amerika ölçü vahidləri

$$1 \text{ fut} = 12 \text{ dyum} = 120 \text{ lin}$$

$$1 \text{ yard} = 3 \text{ fut} = 36 \text{ dyum}$$

$$1 \text{ fortom} = 2 \text{ yard} = 9 \text{ fut}$$

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

$$1 \text{ şen} = 100 \text{ lirk} = 4 \text{ rod} = 22 \text{ yard}$$

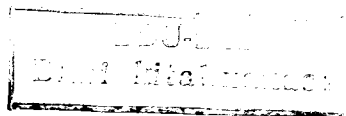
$$1 \text{ furl} = 10 \text{ rod} = 220 \text{ yard} = 660 \text{ fut}$$

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.

AVİASİYADA 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.

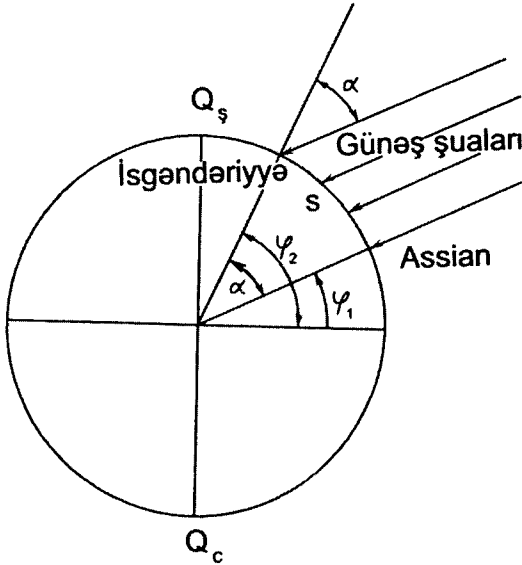
Qədimdə Pifaqorun vaxtında (bizim dövrdən əvvəl VI əsrdə) Yeri müstəvi hesab edirdilər və elə bilirdilər ki, Yer guya dayaq üzərində dayanıb.

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.

Karvan bələdçilərinin nağıllarından *Erotosfen* bildirir ki, Siyena (indiki Asuan) şəhərindən Aleksandriyaya gedən yol günorta kölgəsinin istiqamətindədir (bu şəhərlər təxminən eyni bir meridian üstündədirlər) və bunların arasındakı məsafə 5000 stadiyaya* bərabərdir.

O, müşahidədən müəyyən etdi ki, yayda günorta Siyena şəhərindəki dərin quyularda Günəş əks olunaraq görünür. Yəni Siyena şəhərində Günəş zenitdə olduğu vaxtda (anda) Aleksandriya şəhərində $\alpha = 7^{\circ} 12'$ zenitə çatmır. (bax şəkil 1).



Şəkil 1. Bizim dövrdən əvvəl III əsrdə
Yer radiusunun tapılması.

* Erotosfenin bir stadiyası təxminən bərabərdir-158,6 m.

Şəkildən göründüyü 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.

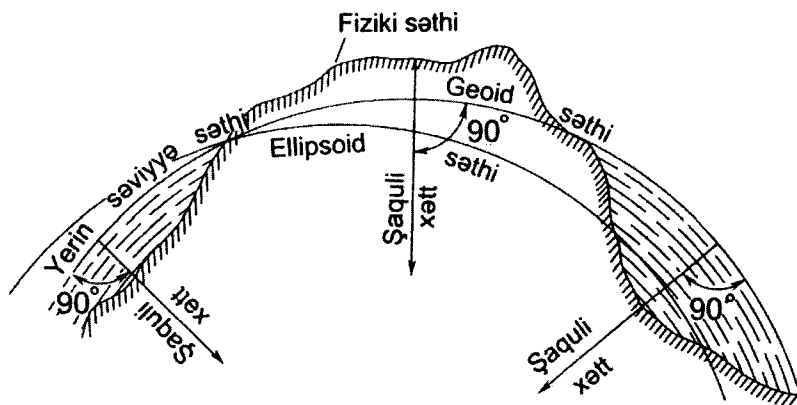
XVII əsrin axırına kimi hamı elə hesab edirdi ki, Yer kürə formasındadır. XVII əsrin ortalarında birinci dəfə İ.Nyuton ümumdünya cazibə qüvvəsi qanununu deyərək iki qüvvənin təsiri: Yerin cazibə qüvvəsi və mərkəzdənqaçan qüvvələri Yerin həndəsi formada olduğuna gətirib çıxarmışdır. Alim bundan belə bir 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 Yerin həqiqi formasını ifadə etməyə yaxın olsun.

Bildiyimiz kimi, Yer səthinin 71%-i dəniz və okeanlarla örtülüb. Ona görə də Yerin 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).

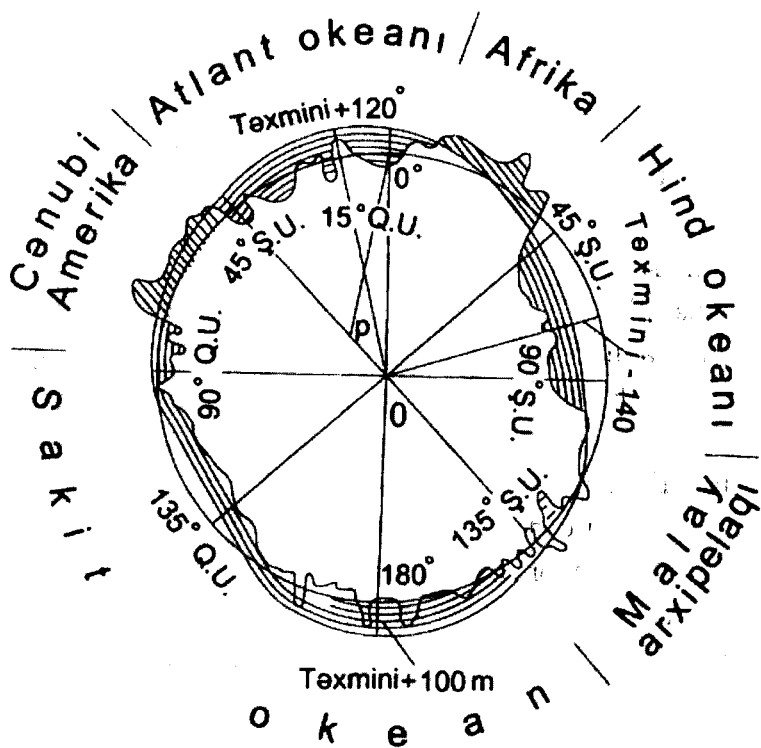
Dünya okeanının sakit vəziyyətində (qabarma-çəkilmə, müxtəlif cərəyanlar və sair hərəkətlər olmadıqda) xəyalən materiklərin altından keçən səthə *geoid* deyilir. Geoid 1873-cü ildə alman fiziki İ.B.Listinq (1808-1882) tərəfindən təklif edilmişdir.

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.

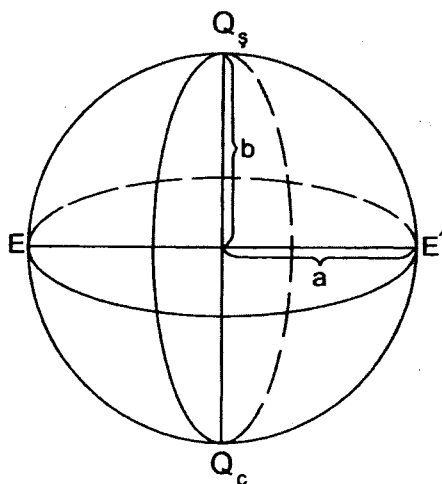
Cədvəl 2

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

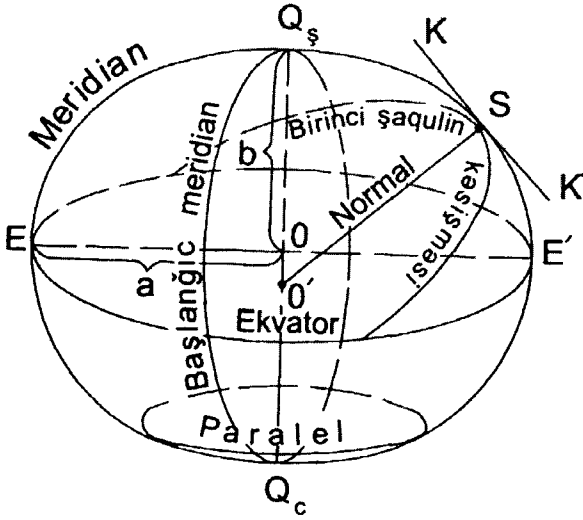
- meridianın dördü bir uzunluğu 10002138 m ;
- ekvatorun uzunluğu 40075704 m ;

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-