

GƏMİÇİLİK VƏ SU NƏQLİYYATININ İSTİSMARI

UOT. 656.6.052

BÖYÜK DAİRƏ QÖVSÜ İLƏ ÜZMƏ. ORTODROMİYA İLƏ ÜZMƏNİN HESABLANMASI QAYDASI

Abbasov E.O.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z. Əliyeva küç., 18
E-mail: abbasovelnur1980@mail.ru

Xülasə. Kiçik məsafələrə üzmə zamanı bütün meridianları eyni bucaq altında kəsən sabit kurs xətti ilə üzmə daha effektivdir. Lakin okean üzüşlərində loksodromiya özünü doğrultmur. Uzaq məsafələrə üzmə böyük dairə qövsü – ortodromiya ilə aparılır. Bu səbəbdən də böyük dairə qövsü ilə üzmənin hesablanması gəmi sürücüləri üçün aktual məsələdir.

Abstract. When sailing short distances, a fixed course line that intersects all the meridians at the same angle is more effective. However, loxodromic does not prove itself in ocean sailing. When sailing long distances, the sailing is carried out with a large circular arch - orthodoxy. Therefore, the calculation of sailing with a large circular arc is a topical issue for navigators.

Аннотация. При морских переходах на короткие дистанции более эффективно плавание по прямой линии курса, пересекающей все меридианы под одним и тем же углом. Однако при океанских переходах локсодромия не оправдывает себя. При больших дистанциях, плавание осуществляется по большой дуге - ортодромии. По этой причине расчет плавания по большой дуге окружности является актуальной задачей для судоводителей.

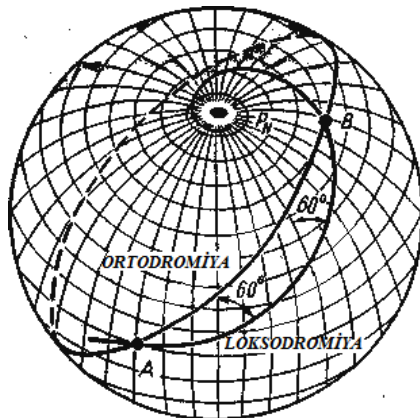
Acar sözlər: məsafə, gəmi, ortodromiya, dairə, qövs

Key words: distance, ship, orthodrome, circle, arc

Ключевые слова: дистанция, судно, ортодромия, круг, дуга

Giriş. Əgər gəmi bir nöqtədən başqa bir nöqtəyə sabit kurs ilə gedərsə, o, bütün meridianları yalnız bir bucaq altında kəsər.

Bütün meridianları bir bucaq altında kəsən xəttə **loksodromiya** deyilir (şəkil 1). Yer kürəsinin səthində loksodromiya spiral şəklində göstərilib, qütbə doğru meyl edir, lakin qütbə heç bir zaman çatmır. Xüsusi hallarda 0° və 180° kurs ilə gedərkən loksodromiya meridianın üstünə düşür. 90° və 270° kurslarda isə paralelin üzərinə düşür. Loksodromiya ilə, yəni sabit kurs ilə üzmək rahatdır. Loksodromiya ilə üzməyin çatışmamazlığı ondadır ki, o yer səthində iki nöqtə arasında ən yaxın məsafə deyil.

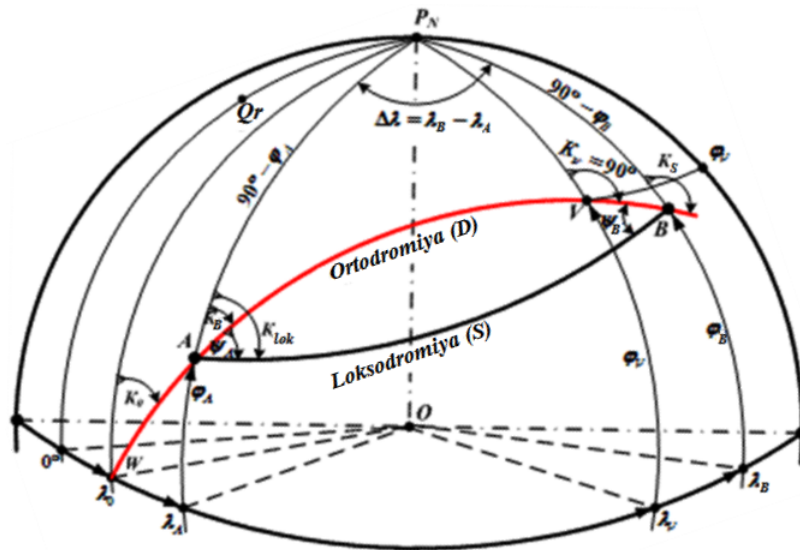


Şəkil 1. Yer səthində loksodromiyanın və ortodromiyanın təsviri

Əsas hissə. Ortodromiya – böyük dairə qövsüdür. Yer kürəsində iki nöqtəni birləşdirən ən yaxın məsafə böyük dairə qövsü (ortodromiya) adlanır (şəkil 2).

Kiçik məsafələrdə ortodromiya ilə loksodromiya arasındakı fərq olduqca azdır. Lakin böyük okean səfərlərində bu fərq yüzlərlə milə çatır. Ona görə də yola və vaxta qənaət etmək üçün gəminin kurslarını elə yerləşdirmək lazımdır ki, onlar yer səthində çıxış və gəliş nöqtələrindən keçən böyük dairə qövsünə yaxın olsunlar.

Böyük dairə qövsü öz istiqamətini arası kəsilmədən dəyişdirir və meridianları müxtəlif bucaqlarla altında kəsir. Deməli, böyük dairə qövsü ilə üzərkən gəminin kursu çıxış nöqtəsinin kursundan gəliş nöqtəsinin kursuna qədər dəyişməlidir.



Şəkil 2. Ortodromiya – böyük dairə qövsünün elementləri

Əgər çıxış və gəliş nöqtələri eyni meridianda və yaxud ekvatorunda yerləşirsə, o zaman böyük dairə qövsü loksodromiya ilə üst – üstə düşər və ortodromiya ilə üzərkən gəminin kursu dəyişməz qalar. Bütün qalan hallarda yuxarıda deyildiyi kimi, ortodromiya meridianları müxtəlif bucaqlarla kəsir. Lakin bu o demək deyildir ki, böyük dairə qövsünü çəkmək və gəmini kursda düzgün saxlamaq üçün kursları arasıkəsilmədən dəyişmək lazımdır.

Praktikada böyük dairə qövsünün səfəri loksodromik yollarla əvəz olunur. Bu yolların istiqaməti meridianlara görə gəmi sürücüsü tərəfindən müəyyən olunur. Deməli, böyük dairə qövsü merkator xəritəsində onun verilmiş çıxış və gəliş nöqtələrinin koordinatları və onun üzərində yerləşən aralıq nöqtələrinin koordinatlarına görə təsvir oluna bilər.

Ortodromiyanın üzərində yerləşmiş aralıq nöqtələrinin vəziyyətini, onların koordinatlarını, gəminin kurslarını və seçilmiş nöqtələri arasındakı məsafələrin fərqi hesablama yolu ilə alırlar.

Yer kürəsində iki nöqtəni birləşdirən ortodromiya merkator xəritəsində öz qabarıqlığı ilə yaxın qütbə tərəf yönəldilmiş əyri xətt ilə təsvir olunur. Loksodromiya isə həmin xəritədə həmin nöqtələrdən keçən ortodromiyanın uclarını birləşdirən düz xətdir.

Böyük dairə qövsünün vəziyyəti Yer kürəsinin səthində aşağıdakı elementlərlə təyin olunur (şəkil 2):

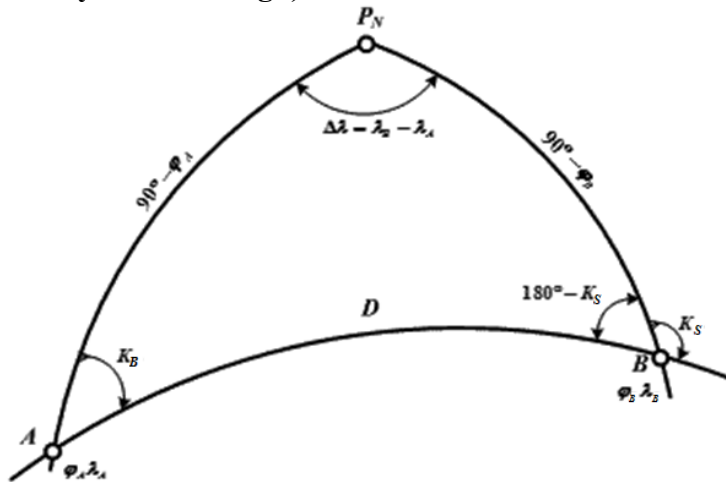
1. **Ortodromiyanın başlanğıc nöqtəsi** – A (φ_A, λ_A və ya φ_1, λ_1).
2. **Ortodromiya ilə üzmə zamanı başlanğıc kurs** – K_B – Həqiqi üfüq müstəvisində (A nöqtəsində) həqiqi meridianın şimal hissəsindən (N_H) ortodromiya xətti üzrə gəminin diametral müstəvisinə qədər olan bucağa deyilir. Qiyməti şimaldan (N_H) saat əqrəbi istiqamətdə 0° -dən 360° -yə qədər olan bucaqla ölçülür. Böyük dairə qövsünün çıxış nöqtəsinin istiqaməti başlanğıc kurs (K_B) adlanır.

3. **Ortodromiyanın son nöqtəsi – B** (φ_B, λ_B və ya φ_2, λ_2).
4. **Ortodromiya ilə üzmə zamanı son kurs – K_S** – Həqiqi üfüq müstəvisində (B nöqtəsində) həqiqi meridianın şimal hissəsindən (N_H) ortodromiya xətti üzrə gəminin diametral müstəvisinə qədər olan bucağa deyilir. Qiyməti şimaldan (N_H) saat əqrəbi istiqamətdə 0° -dən 360° -yə qədər olan bucaqla ölçülür. Böyük dairə qövsünün gəliş nöqtəsinin istiqaməti sonuncu kurs (K_S) adlanır.
5. **W nöqtəsi** – yer ekvatoru ilə ortodromiyanın kəsişdiyi nöqtə ($\varphi_0=0^\circ, \lambda_0$).
6. **Ortodromik kurs – K_o** – W nöqtəsi yanında həqiqi meridianın şimal hissəsindən (N_H) ortodromiya xətti üzrə gəminin diametral müstəvisinə qədər olan üfüqi bucağa deyilir. Qiyməti şimaldan (N_H) saat əqrəbi istiqamətdə 0° -dən 360° -yə qədər olan bucaqla ölçülür.
7. **V nöqtəsi (verteks)** – böyük dairə qövsünün üstündə yer qütbündən ən yaxın məsafədə olan nöqtəyə, yəni onun ən böyük en dairəsinə (φ_v) **verteks** deyilir. Böyük dairə qövsünün iki verteksi olur – V və V_I . Uzunluq dairələri bir-birindən 180° fərqlənir. En dairələri isə bir-birinə bərabər olub, lakin müxtəlif adlı olurlar.

Ortodromiyanın əsas formulu. Təpə nöqtələri Yer qütbü (P_N), ortodromiya xəttinin başlanğıc (A) və son (B) nöqtələri olan üçbucaq (AP_NB) sferiki üçbucaq adlanır.

AP_NB sferiki üçbucağından (şəkil 3) ortodromiyanın elementlərini hesablamaq olar. AP_NB sferiki üçbucağının elementləri aşağıdakılardır:

- **ΔAP_NB sferiki üçbucağının tərəfləri:**
 - $AP_N \rightarrow (90^\circ - \varphi_A)$;
 - $P_NB \rightarrow (90^\circ - \varphi_B)$;
 - $AB \rightarrow D$ (ortodromiyanın uzunluğu).



Şəkil 3. Ortodromiyanın sferiki üçbucağı

- **ΔAP_NB sferiki üçbucağının bucaqları:**
 - $\angle P_NAB \rightarrow K_b$ - ortodromiya ilə üzmə zamanı başlanğıc kurs;
 - $\angle P_NBA \rightarrow 180^\circ - K_S$ - ortodromiya ilə üzmə zamanı son kurs;
 - $\angle AP_NB \rightarrow \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ – böyük dairə qövsü üzrə A və B nöqtələri arasında qalan uzunluq dairələri fərqi;

Sferiki triqonometriyadan məlumdur ki, sferiki üçbucağın hər hansı üç elementi məlumdursa, digər elementləri formullar vasitəsilə müəyyən etmək olar.

Məsələn, “tərəfin kosinusunu” formulu ilə A və B nöqtələri arasında qalan ortodromiya (D) məsafəsini hesablamaq olar:

$$\cos D = \cos(90^\circ - \varphi_A) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_B) + \sin(90^\circ - \varphi_A) \cdot \sin(90^\circ - \varphi_B) \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A)$$

və ya əvəzetmədən sonra:

$$\cos D = \sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A) \quad (1)$$

“Tərəfin cotangensi” formulu ilə ortodromiyanın başlanğıc (K_b) və son (K_s) kurslarını hesablamaq:

$$\operatorname{ctg} K_b = \cos \varphi_A \cdot \operatorname{tg} \varphi_B \cdot \cos ec(\lambda_B - \lambda_A) - \sin \varphi_B \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_B - \lambda_A) \quad (2)$$

$$\operatorname{ctg} K_s = -\operatorname{tg} \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos ec(\lambda_B - \lambda_A) - \sin \varphi_B \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_B - \lambda_A) \quad (3)$$

Analoji olaraq qalan kəmiyyətləri hesablaya bilərik:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \left[\frac{\operatorname{tg}(\lambda_i - \lambda_A)}{\operatorname{tg} K_A \cdot \cos \varphi_A} + \operatorname{tg} \varphi_A \right] \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_A) \quad (4)$$

və ya

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_A) \cdot \operatorname{ctg} K_o \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \left[\frac{\operatorname{tg}(\lambda_i - \lambda_A)}{\operatorname{tg} K_A \cdot \cos \varphi_A} + \operatorname{tg} \varphi_A \right] \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_A)$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_o \right) = \sin(\varphi_A + \varphi_B) \cdot \cos ec(\varphi_B - \varphi_A) \cdot \operatorname{tg} \frac{\lambda_B - \lambda_A}{2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \cos \theta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_v \quad (6)$$

Burada, $\theta = \lambda_v - \lambda_i$

$$\varphi_v = 90^\circ - K_o \quad (7)$$

$$\lambda_v = \lambda_o \pm 90^\circ \quad (8)$$

Böyük dairə qövsü ilə səfər o zaman həyata keçirilir ki, loksodromiya yolunun uzunluğu (S_{lok}) ilə ortodromiya yolunun uzunluğunun ($D=S_{ort}$) fərqi olduqca böyük və gedilən saatların fərqi on saatlarla olsun.

Ortodromiya ilə əsasən böyük məsafədə (minlərlə mil) üzmələri, məsələn okean səfərlərini həyata keçirirlər. Belə səfərlərdə loksodromiyaya nisbətən ortodromiya daha sərfəlidir.

Ortodromiya ilə üzmə aşağıdakı halda sərfəli olur:

$$\Delta S = \frac{S - D}{D} \cdot 100\% \geq 0,5\% \quad (9)$$

Burada, S – loksodromiyanın uzunluğu, mil;

D – ortodromiyanın uzunluğu, mil;

Üzmənin sərfəli olmasını təyin etmək üçün, ilkin olaraq S və D hesablamaq lazımdır.

Ortodromiya ilə keçilmiş məsafənin (D) hesablanması. Ortodromiya ilə keçilmiş məsafə (D) (1) düsturu vasitəsilə hesablanır:

$\cos D$	$= \sin \varphi_A$	$x \sin \varphi_B$	$+ \cos \varphi_A$	$x \cos \varphi_B$	$x \cos(\lambda_B - \lambda_A)$
$\updownarrow$	$+20^\circ 00'$	$+42^\circ 12'$	$+20^\circ 00'$	$+42^\circ 12'$	$+65^\circ 00'$
	“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42.				
$0,52394$	$=0,34203$	$x 0,67172$	$+ 0,93969$	$x 0,7408$	$x 0,42262$
$\downarrow$	“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə				
	$\approx 58^\circ 24,2' = 3504,2 \text{ mil} \rightarrow D. (58^\circ \cdot 60' + 24,2')$				

Ortodromiya ilə keçilmiş məsafənin (D) 16.1 düsturu vasitəsilə hesablanmış qiymətini “TBA-57” dənizçilik cədvəli ilə yoxlayaq:

Hesablama üçün xüsusi cədvəldən istifadə edirik (cədvəl 1). Cədvəldə: δ əvəzinə $\rightarrow \varphi_B$;

t əvəzinə $\rightarrow \Delta \lambda$; φ_c əvəzinə $\rightarrow \varphi_A$; yazılır

$D < 5400$ mil olarsa, “TBA-57” dənizçilik cədvəli ilə həll etmək olar:

Cədvəl 1

δ	φ_B	N	42°12,0'	$+T_\delta$	69875					
t	$\Delta\lambda$	E	65°00,0'	S_t	7481	$-T_t$	77352			
X		N	65°00,6'	$=T_x$	77356	S_x	7484			
φ_C	φ_A	N	20°00,0'			$=T_F$	69868			
$Y=90^\circ+(X-\varphi)$			135°00,6'			$=S_y$	3009	$-T_y$	70722	
A_C	K_b		52°01,5'NE $\approx 52,0^\circ$			$=T_A$	72877	S_A	4218	
h_C	D		31°35,7' (90°- h_C) = 58°24,3'						66504	
										$= 3504,3 \text{ mil} = D$

Nəticə. 1 düsturu və “TBA-57” dənizçilik cədvəli ilə $D=3504,3$ mil hesablandı. Ortodromiya ilə üzmenin loksodromiyaya nisbətən nə qədər sərfəli olmasını hesablayaq:

$$\Delta S = \frac{S - D}{S} \cdot 100\% = \frac{3576,3 - 3504,2}{3576,2} \cdot 100\% \approx 2\% \geq 0,5\%$$

Beləliklə, ortodromiya ilə üzmə loksodromiyaya nisbətən sərfəlidir.

Ortodromiya ilə başlanğıc kursun (K_b) hesablanması. Ortodromiya ilə başlanğıc kurs (K_b) 2 düsturu vasitəsilə hesablanır:

$ctg K_b$	$= \cos \varphi_A$	$x \operatorname{tg} \varphi_B$	$x \operatorname{cosec}(\lambda_B - \lambda_A)$	$- \sin \varphi_B$	$x \operatorname{ctg}(\lambda_B - \lambda_A)$
$\updownarrow$	+20°00'	+42°12'	+65°00'	+20°00'	+65°00'
	“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42.				
0,78064	=0,93969	$x 0,90674$	$x 1,10338$	- 0,34202	$x 0,46631$
$\downarrow$	“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə				
$K_b = 52^{\circ}01,4' \approx 52,0^{\circ}$					

Nəticə. 2 düsturu və “TBA-57” dənizçilik cədvəli ilə $K_b = 52^\circ 01,4' \approx 52,0^\circ$ hesablandı.

Qaydaya görə funksiyaların işarələri:

- Əgər $\varphi \rightarrow N$ olarsa, bütün funksiyalar “+” olur;
- Əgər $\varphi \rightarrow S$ olarsa, sin “+”, cos “-” olur;
- $\cos \Delta\lambda$ funksiyasının qiyməti, koordinatın işarəsindən deyil, bucağın qiymətindən aslıdır. Əgər $\Delta\lambda < 90^\circ$ olarsa, cos “+”, $\Delta\lambda > 90^\circ$ olarsa, cos “-” olar.

Ortodromiya ilə son kursun (K_s) hesablanması. Ortodromiya ilə son kurs (K_s) 2 düsturu vasitəsilə hesablanır:

$ctg K_s$	$= -tg \varphi_A$	$x \cos \varphi_B$	$x cosec(\lambda_B - \lambda_A)$	$+ \sin \varphi_B$	$x ctg(\lambda_B - \lambda_A)$
$\updownarrow$	$+20^{\circ}00'$	$+42^{\circ}12'$	$+65^{\circ}00'$	$+20^{\circ}00'$	$+65^{\circ}00'$
“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42.					
$0,01573$	$=-0,36397$	$x 0,74080$	$x 1,10338$	$+0,67172$	$x 0,46631$
$\downarrow$	“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə				
$K_s = 89^{\circ}06.0' \approx 89.1^{\circ}$					

K_o və λ_o kəmiyyətlərinin hesablanması. 6 düsturundan istifadə edərək hesablama aparılır:

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_o \right) = \sin(\varphi_A + \varphi_B) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_B - \varphi_A) \cdot \operatorname{tg} \frac{\lambda_B - \lambda_A}{2}$$

$$\begin{matrix} -41^\circ 20' & +62^\circ 12' & +22^\circ 12' & +32^\circ 30' \end{matrix}$$

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_o \right) = \sin 62^\circ 12' \cdot \operatorname{cosec} 22^\circ 12' \cdot \operatorname{tg} 32^\circ 30' =$$

$$= \text{MT-75 cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42 istifadə edərək} = 0,88458 \cdot 2,64662 \cdot 0,63707 = 1,49147$$

Beləliklə,

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_o \right) = 1,49147$$

$$\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} = \frac{-73^\circ 50' + (08^\circ 40')}{2} = -41^\circ 20'$$

$$\operatorname{tg}(-41^\circ 20' - \lambda_o) = 1,49147$$

“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə hesablayırıq.

$$\begin{aligned}(-41^{\circ}20' - \lambda_0) &= 56^{\circ}09,6' \\ \lambda_0 &= -41^{\circ}20' - 56^{\circ}09,6' = -97^{\circ}29,6' \\ \lambda_0 &= 97^{\circ}29,6'W\end{aligned}$$

5 düsturundan istifadə edərək ortodromik kursu hesablayırıq:

$$tg\varphi_A = \sin(\lambda_A - \lambda_0) \cdot ctgK_0$$

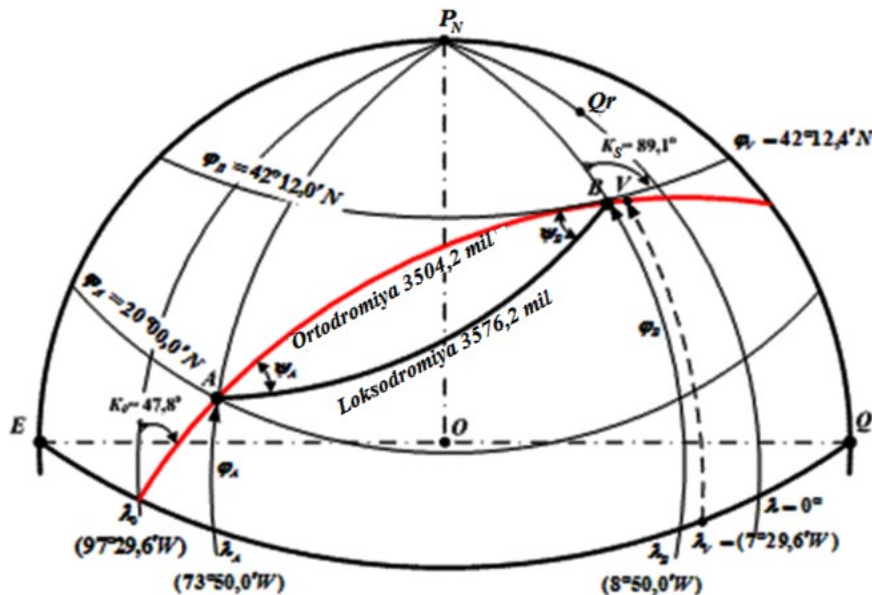
$$ctgK_0 = \frac{tg\varphi_A}{\sin(\lambda_A - \lambda_0)} = \frac{tg20^{\circ}00'}{\sin(-73^{\circ}50' - (-97^{\circ}29,6'))} = \frac{tg20^{\circ}00'}{\sin33^{\circ}39,6'} =$$

= “MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42 istifadə edərək =

$$ctgK_0 = \frac{0,36397}{0,40131} = 0,90695$$

“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə daxil olmaqla hesablayırıq.

$$K_0 = 47^{\circ}47,6'$$



Şəkil 4. Böyük dairə qövsü – ortodromiya ilə üzmanın sxemi

Aralıq nöqtələrin koordinatlarının hesablanması

1) λ_0 və K_0 kəmiyyətlərinə görə.

$$\lambda_0 = 97^{\circ}29,6'W, K_0 = 47^{\circ}47,6'$$

$$tg\varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \cdot ctgK_0$$

“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42 istifadə edərək:

Aralıq nöqtə №1 üçün:

$$tg\varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \cdot ctgK_0 = \sin(67^{\circ}29,6' - 97^{\circ}29,6') \cdot ctg47^{\circ}47,6' = \sin30^{\circ} \cdot ctg47^{\circ}47,6' = 0,5000 \cdot 0,90685 = 0,45343$$

“MT-75” cədv.6 a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə hesablayırıq.

$$\varphi_1 = 24^{\circ}23,6'N \text{ (Cədvəl 2)}$$

Hər 10° -dən bir bütün aralıq nöqtələrin koordinatlarını (φ_i) hesablayırıq və cədvəl 2-də qeyd edirik. Bunu loqarifm ilə edirik.

$$lgtg\varphi_i = lgsin(\lambda_i - \lambda_0) + lgctgK_0 \quad \text{“MT-75” cədv.5a.}$$

Cədvəl 2

Nöqtə №	Hər 10°-dən bir verilən uzunluq dairəsi	$\lambda_i - \lambda_0$ $\lambda_0 = 97^\circ 29,6'W$	$lg \sin(\lambda_i - \lambda_0)$	$lg \operatorname{tg} \varphi_i$	$lg \operatorname{ctg} K_0$ $K_0 = 47^\circ 47,6'$	φ_i
1	67°29,6'W	30°	9,69897	9,95759	9,65656	24°23,6'N
2	57°29,6'W	40°	9,80807	9,95759	9,76566	30°14,5'N
3	47°29,6'W	50°	9,88425	9,95759	9,84184	34°47,4'N
4	37°29,6'W	60°	9,93753	9,95759	9,89512	38°08,9'N
5	27°29,6'W	70°	9,97299	9,95759	9,93058	40°26,4'N
6	17°29,6'W	80°	9,99335	9,95759	9,95094	41°46,2'N

2) Hesablamanın doğru olmasını koordinatların “verteksi” ilə yoxlayırıq.

$$\varphi_V = 90^\circ - K_0 = 90^\circ - 47^\circ 47,6' = 42^\circ 12,4'N$$

$$\lambda_V = \lambda_0 \pm 90^\circ = 97^\circ 29,6' - 90^\circ = 7^\circ 29,6'W.$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \cos \theta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_V$$

$$\theta = \lambda_V - \lambda_i$$

$$lg \varphi_i = lg \cos \theta_i \cdot lg \operatorname{tg} \varphi_V$$

“MT-75” cədv.5a. istifadə olunur.

Aralıq nöqtə №1 üçün:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_i &= \cos(\lambda_V - \lambda_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_V = \cos(7^\circ 29,6' - 67^\circ 29,6') \cdot \operatorname{tg} 42^\circ 12,4' = \\ &= \cos 60^\circ \cdot \operatorname{tg} 42^\circ 12,4' = 0,5000 \cdot 0,90695 = 0,4534 \rightarrow \end{aligned}$$

“MT-75” cədv.6a və ya “MT-2000” cədv.5.42. əksinə girməklə hesablayırıq.

$$\varphi_1 = 24^\circ 23,6'N \text{ (Cədvəl 3)}$$

Hər 10°-dən bir bütün aralıq nöqtələrinin koordinatını ($\lambda_i \rightarrow \lambda_2 = 57^\circ 29,6'W$, $\lambda_3 = 47^\circ 29,6'W$, $\lambda_4 = 37^\circ 29,6'W$, $\lambda_5 = 27^\circ 29,6'W$, $\lambda_6 = 17^\circ 29,6'W$) hesablayırıq və cədvəl 16.3-də qeyd edirik. Bunu loqarifma ilə edirik.

Cədvəl 3

Nöqtə №	Hər 10°-dən bir verilən uzunluq dairəsi	$\theta = \lambda_V - \lambda_0$ $\lambda_V = 7^\circ 29,6'W$	$lg \cos \theta$	$lg \operatorname{tg} \varphi_V$	$lg \operatorname{tg} \varphi_i$	φ_i
1	67°29,6'W	30°	9,69897	9,95758	9,65655	24°23,6'N
2	57°29,6'W	40°	9,80807	9,95758	9,76565	30°14,5'N
3	47°29,6'W	50°	9,88425	9,95758	9,84183	34°47,4'N
4	37°29,6'W	60°	9,93753	9,95758	9,89511	38°08,9'N
5	27°29,6'W	70°	9,97299	9,95758	9,93057	40°26,4'N
6	17°29,6'W	80°	9,99335	9,95758	9,95093	41°46,2'N

Nəticə. Hesablama düzgün yerinə yetirilib. Analoji hesablamanı φ_i üçün hər 5°-dən bir üçün aparmaq olar.

Böyük dairə qövsünün təsvirini merkator xəritəsinə köçürmək üçün onun bir necə aralıq nöqtələrinin coğrafi koordinatlarını bilmək kifayətdir. Bu nöqtələri xəritədə işarə edib, onları səlis əyri xətt ilə birləşdirəndən sonra verilmiş çıxış və gəliş nöqtələrini birləşdirən böyük dairə qövsünü alırlar (şəkil 4).

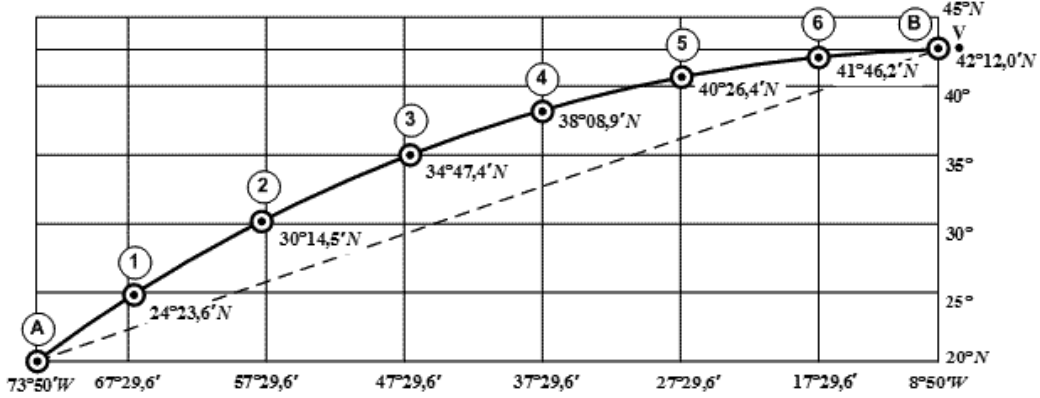
Böyük dairə qövsünün aralıq nöqtələrinin koordinatlarını üç üsulla hesablamaq olar:

1. Düsturlarla;
2. Ortodromik düzəlişin köməyi ilə;
3. Qnomonik xəritədən çıxarmaqla.

Praktikada ikinci və üçüncü üsullar daha geniş istifadə olunur.

Ortodromik düzəlişin köməyi ilə böyük dairə qövsünün merkator xəritəsində göstərilməsi.

Merkator xəritəsində çıxış A nöqtəsini gəliş B nöqtəsi ilə düz xətlə birləşdirib, loksodromik kursu K_{lok} alırlar. MT-75 cədvəl 23b-dən ortodromik düzəlişi ψ tapıb, A nöqtəsində $K_b = LOK.K_b + \psi$ düsturu ilə ortodromiyanın istiqamətini hesablayırlar (şəkil 5).



Şəkil 5. Böyük dairə qövsünün merkator xəritəsinə köçürülməsi

Bu düsturda şimal yarımkürəsində $LOK.K$ $0^\circ \div 180^\circ$ kurslarda ψ -nin işarəsi mənfi (-), $180^\circ \div 360^\circ$ kurslarda isə müsbət (+) olur; cənub yarımkürəsində isə – əksinə olur.

Nəticə. Xəritədə A nöqtəsindən ortodromiyanın birinci parçasını düz xətlə çəkib, üzərində 200-300 mil məsafə ayırırlar (məsafəni gəminin sürətindən asılı olaraq elə ayırırlar ki, gündə bir-iki dəfədən artıq olmasın). Bu parçanın son nöqtəsini yenidən ortodromiyanın son nöqtəsi (B) ilə düz xətlə birləşdirib, xəritədən $LOK.K_{lok}$ çıxarırlar. “MT-75” Cədvəl 23b-dən yeni ortodromik düzəlişi ψ_1 çıxarıb, sonrakı aralıq kursunu düsturu ilə hesablayırlar və s.

$$K_b = LOK.K_l + \psi_l$$

Ədəbiyyat

1. Abbasov, E.O. Naviqasiya və lotsiya. Dərslik. / E.O. Abbasov, Ç.M. Əliyev, A.H. Xəlilov -Bakı: ADDA, -2018. -486 s.
 2. Əliyev, Ç.M. Dəniz naviqasiyasının texniki vasitələri. Dərslik. / Ç.M. Əliyev, E.O. Abbasov - Bakı: ADDA, -2014. -207s.
- Морская навигационная техника. Справочник. -Санкт -Петербург: "Элмор", -2012. -с.220.

Məqalə qəbul olunub: 28.04.2021
Təvsiyə ediblər: t.e.d., prof. Z.Ə. Rüstəmov