

GƏMİÇİLİK VƏ SU NƏQLİYYATININ İSTİSMARI

UOT. 656.6.052

NAVİQASIYA ÖLÇMƏLƏRİNDƏ YARANAN XƏTALARIN BAŞ VERMƏ SƏBƏBLƏRİ

Abbasov E.O.

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

Xülasə. Dənizdə gəminin yerinin təyin edilməsi gəmi sürücülərin əsas vəzifəsidir. Təyin olunmuş yerin dəqiqliyinin hesablanması bir çox parametrlərdən asılıdır. Məqalədə naviqasiya parametrləri və onların ölçülməsi zamanı yaranan xətlər öyrənilmişdir.

Abstract. Determination of the position of the ship at sea is the main task of ship navigators. The calculation of the accuracy of the determined position of the vessel depends on many parameters. The article studies the navigation parameters and errors occurred during their observations.

Аннотация. Определение местонахождения судно в море – основная задача судоводителей. Расчет точности полученного местоположения зависит от многих параметров. В статье исследуются навигационные параметры для определения местоположение судна и погрешности при их измерении.

Acar sözlər: xəta, pelenq, naviqasiya, ölçmə, parametr

Key words: error, bearing, navigation, measurement, parameter

Ключевые слова: ошибка, пеленг, навигация, измерение, параметр

Giriş. Dəniz üzgüçülüynün təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə gəmi sürücülər naviqasiya parametrlərinin araşdırılmasında, müxtəlif texniki vasitələrdə yaranan xətlərin və xarici mühitin təsirini nəzərə almaqla gəminin hesablanmış yerinin hesabını aparmağı bacarmalıdır.

Bütün bu xarici mühitin təsirini və naviqasiya texniki vasitələrində yaranan xətləri nəzərə almaqla gəminin təyin olunmuş yerinin dəqiqliyi qiymətləndirilməsini öyrənən elm gəmi sürücülüynün riyazi təminatı adlanır.

Əsas hissə. Gəminin ümumi vəziyyətinə və hərəkət parametrlərinə təsir göstərən kompleks məlumatlar **naviqasiya informasiyaları** adlanır.

Bu məlumatlar naviqasiya elementlərinə təsir göstərir. Naviqasiya elementləri aşağıdakılardır.

- a) Gəminin yerinin koordinatı (φ, λ);
 - b) Naviqasiya parametrləri. Müşahidə zamanı (ölçmə) gəminin yerini təyin etmək üçün parametrlər. (pelenq, distansiya, dərinlik, üfüqi bucaq);
 - c) Hesablanmış elementlər (HK, α, V_t, S, t);
 - d) Naviqasiya texniki vasitələrin düzəlişləri ($\Delta GK, \Delta L\%, \Delta D$);
- Naviqasiya parametrlərinin təyin edilməsi **naviqasiya ölçmələri** adlanır. Naviqasiya ölçmələri (müşahidləri) bir çox amillərdən aslıdır:
1. Müşahidənin (ölçmənin) növləri;
 2. Hər hansı bir ölçmənin bir necə dəfə təkrarlanmasından və ölçmənin keyfiyyətini artırılmasından;
 3. Ölçmələrin dəqiqliyindən;
1. Müşahidə (ölçmənin) növləri:
 - Düz ölçmə;
 - Dolaylı ölçmə;

Axtarılan kəmiyyət ölçmə prosesi zamanı təyin edilərsə, belə ölçmə **düz ölçmə** adlanır. Məsələn: pelenq, məsafə, dərinlik və s.

Axtarılan kəmiyyət ölçmə prosesindən sonra, yəni sonrakı hesablamalar zamanı təyin edilərsə, onda belə ölçmə **dolayı ölçmə** adlanır. Məsələn: İki obyekt arasındakı üfüqi bucağı təyin etmək üçün, bu obyektlərə olan pelenqlərin fərqinə baxmaq lazımdır.

$$\Delta P = HP_2 - HP_1$$

$$\Delta D = D_2 - D_1$$

2. Hər hansı bir ölçmənin bir necə dəfə təkrarlanmasından və ölçmənin keyfiyyətini artırılmasından:

- Lazımlı (zəruri) ölçmələr;
- Əlavə ölçmələr (çox saylı ölçmələr);

Axtarılan kəmiyyəti təyin etmək üçün istifadə edilən ölçmələr **lazımlı və ya zəruri ölçmələr** adlanır. Məsələn: 2 pelenq, 2 məsafə, pelenq və məsafə üsulları.

Ölçmələrin dəqiqliyini artırmaq və yoxlamaq üçün aparılan ölçmələr **əlavə ölçmələr** adlanır. Məsələn: 2 pelenq, 2 məsafə, 3 və ya daha artıq naviqasiya ölçmələri, üçüncü vəziyyət xətti dəqiqliyi artırmaq və yoxlama xarakteri daşıyır.

3. Ölçmələrin dəqiqliyindən:

- Bərabərdəqiqlikli ölçmələr
- Bərabərdəqiqlikli olmayan ölçmələr

Əgər ölçmələr eyni alətlərlə və ya cihazlarla aparılmışdırsa, əldə olunmuş qiymətlərdə bərabərdirsə, onda belə ölçmələr **bərabərdəqiqlikli ölçmələr** adlanır.

Ayrı-ayrı alətlərlə və müxtəlif şəraitlərdə aparılmış və alınmış qiymətləri bərabər olmayan ölçmələr **bərabərdəqiqlikli olmayan ölçmələr** adlanır.

Məsələn: pelenq – məsafə ilə ölçmə zamanı, pelenq kompasa, məsafə isə radar ilə götürülsə ölçmə dəqiq olmaya bilər. Həmdə xarici mühitin təsiri (külək, dalğa və s.) özünü göstərir.

Naviqasiya ölçmələrində yaranan xətlərin baş vermə səbəbləri.

Naviqasiya parametrlərinin xətləri. Hər hansı bir müşahidənin (ölçmənin) dəqiq aparılmağına və cihazların dəqiqliyinə baxmayaraq xətlər yaranır.

Baş verən xətlərin nəticəsini dəyişmək və onların səbəbini öyrənmək üçün, onun yaranma mənbəyini və ölçmənin xarakterini öyrənmək (araşdırmaq) lazımdır.

Ölçmələrin nəticəsinin araşdırılması.

Ölçmə prosesində və gəminin yerinin təyin etdikdə biz naviqasiya parametrlərini araşdırdıqda əlavə xətlər yaranır.

Bu cür xətlər qaçılmazdır və onların düzəliş kimi hesabatda nəzərə alınır. Bu xətlər aşağıdakı xətlərdir:

- Mütləq xəta;
- Nisbi xəta;

Mütləq xəta ölçmənin nəticəsində yaranan xətdir.

$$\Delta = U - U_0 \quad (1)$$

Δ – ölçmənin mütləq xətası;

U – ölçülmüş naviqasiya parametrlərinin qiyməti;

U_0 – həqiqi qiymət;

Məsələn: $\Delta GK = HP - GK$

Ölçmələrin verilən qiymətinin xarakterizə edən nisbi xəta adlanır:

$$\Delta_{\text{nis}} = \frac{\Delta}{U} = \frac{U - U_0}{U} = 1 - \frac{U_0}{U} \quad (2)$$

Xətlərin klassifikasiyası.

Xarakterinə görə xətlər 3 növə bölünürlər:

1. Təsadüfi xətlər;

2. Sistemativ xətlər;
3. Yalnız kobud xətlər (promax);

Xarakterik və yaranma səbəbləri müəyyənləşdirilən və ölçmələrin nəticələrində düzəliş kimi nəzərə alınan xətlərə **sistemativ xətlər** deyilir. Məsələn: üfün əyilmə bucağı (d), sekstanın instrumental düzəlişi (S).

Müxtəlif formalı və bir-birindən asılı olmayan səbəblərin bircə təsirindən yanan və ölçülmüş kəmiyyətin nəticəsində təsir edən xətlərə **təsadüfi xətlər** deyilir.

Promax ölçmələrin nəticəsinə təsir göstərən aralıq xətlərdir.

Ölçmələrin dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi və onların hesablanması.

Təsadüfi xətlər və onların xassələri. Təsadüfi xətlər – müxtəlif formalı və bir-birindən asılı olmayan səbəblərin təsirindən yaranan və ölçülmüş kəmiyyətin nəticəsində təsir edən xətlərə deyilir.

Təsadüfi xətlər sistemativ xətlərə nisbətən dəyişkəndirlər. Əgər sahildə yerləşən iki oriyentir arasında qalan eyni bucağı bir neçə dəfə ölçsək alınan nəticələrin hamısı bir-birindən fərqli olacaq. Bu onu göstərir ki, hər bir nəticənin özünün qiyməti və işarəsi məlum olmayan təsadüfi xətası var. Bu dəyişkənlik onunla izah olunur ki, təsadüfi xətlər bir-birindən asılı olmayan müxtəlif səbəblərdən yaranır və hər müşahadəçiyə müxtəlif cür təsir edir.

Ehtimal nəzəriyyəsindən məlumdur ki, əgər hər hansı sabit bir kəmiyyətin çox saylı ölçməsi aparılırsa, onda burada yaranan təsadüfi xətlər müəyyən qanuna uyğunluğun təsirinə tabe olacaq.

Təsadüfi xətlərin aşağıdakı xüsusiyyətləri var:

- 1) Verilən ölçülər sırası çoxluğunda yaranan təsadüfi xətlərin qiymətləri müəyyən həddi keçmir;
- 2) Böyük sırasında ölçülən kəmiyyətin ölçüləri kiçik təsadüfi xətləri böyüklərə nisbətən az olurlar;
- 3) Böyük sırasında ölçülən kəmiyyətin qiymətcə bərabər işarəcə əks olan təsadüfi xətləri bərabər sayda olurlar;

Təsadüfi xətlərin xassələrindən aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar:

- 1) Təsadüfi xətlərin orta cəbri qiymətlərindən düzəldilmiş sıra sıfıra yığılır:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum \Delta}{n} = 0$$

Bu o deməkdir ki, hər hansı kəmiyyəti sonsuz sayda ölçsək, onda təsadüfi xətlərin qiyməti sıfıra bərabər olar.

1. Ölçmə sırasının orta cəbri qiyməti (a_0) həqiqi qiymətə (a) yaxın olur. Əgər ölçmələri sonsuz sayda aparsaq onda $a_0 = a$ olur. Amma həqiqətdə sonsuz sayda ölçmə aparmaq mümkün deyil, ölçmələr adətən 3÷5 dəfə aparılır.

Aparılmış ölçmələrin nəticələrinin gəminin ölçmələrin sayına olan nisbətən ölçmənin **orta cəbr qiyməti** deyilir:

$$a_0 = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3)$$

a_0 - ölçmənin orta cəbri qiyməti;

x_i - ölçmənin nəticəsi (pelenq distansiya);

n - ölçmənin sayı;

(3) formulundan göründüyü kimi çox sayda aparılmış ölçmələrin orta cəbri qiyməti (a) yaxınlaşır.

Ölçmə sırasının OKX-nın hesablanması. Səhvləri xarakterizə etmək üçün OKX anlayışından istifadə olunur və “m” hərfi ilə işarə olunur. OKX-nın aşağıdakı hesablamaya qaydaları var.

a) Ölçmənin həqiqi qiymətinə görə OKX-nın hesablanması:

Ölçülən kəmiyyətin həqiqi qiymətindən (a) hər bir ölçmənin qiymətini çıxsaq ölçmə zamanı yaranan səhvi tapmış olurlar. Heç bir ölçmə üçün Δ -nın qiymətini hesablayaq: (həqiqi qiymətdən meyletmə);

$$\begin{cases} \Delta_1 = a - x_1 \\ \Delta_2 = a - x_2 \\ \Delta_n = a - x_n \end{cases} \quad (4)$$

a - həqiqi qiymət;

x_n - ölçmələrin nəticəsi;

Δ_n - ölçmənin xətası;

Əgər ölçmələrin xətalarını kvadrata yüksəldib toplayıb, ölçmələrin sayına bölsək ölçmənin OKX-nı alarıq:

$$m^2 = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n} \quad (5)$$

Sonda OKX-nın hesablanması formulu aşağıdakı şəkildə olar:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_n^2}{n}} \quad (6)$$

b) Ölçülən kəmiyyətlərin ölçmə qiymətlərinin orta cəbri qiymətindən meylətməyə görə OKX-nın hesablanması:

Bildiyimiz kimi ölçmə nəticələrinin orta cəbri qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$a = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (7)$$

Ölçmə nəticəsinin orta cəbri qiymətinin ölçmə nəticələrinə fərqi yaranan xətanın meyilliyi adlanır:

$$\begin{cases} V_1 = a_0 - x_1 \\ V_2 = a_0 - x_2 \\ \vdots \\ V_n = a_0 - x_n \end{cases} \quad (8)$$

V_n -xətanın meyilliyidir (orta cəbri qiymətdən meylətmə).

Əgər xətaların həqiqi qiymətində meylətməsilə orta cəbri qiymətdən meylətməsini tərəf-tərəfə çıxsaq alarıq:

$$\begin{aligned} -\Delta_n &= a - x_n \\ V_n &= a_0 - x_n \\ \Delta_n - V_n &= a - a_0 = \delta \end{aligned} \quad (9)$$

δ - səhvlərin cəbri ortası adlanır.

(9) ifadəsini $\Delta_n = V_n + \delta$ şəklində yazsaq, n sayda ölçmə üçün formul aşağıdakı şəkildə olar:

$$\begin{cases} \Delta_1 = V_1 + \delta \\ \Delta_2 = V_2 + \delta \\ \Delta_n = V_n + \delta \end{cases} \quad (10)$$

Tənliklərin hər iki tərəfini kvadrata yüksəldib toplusaq alarıq:

$$\begin{aligned} \begin{cases} \Delta_1^2 = V_1^2 + 2V_1\delta + \delta^2 \\ \Delta_2^2 = V_2^2 + 2V_2\delta + \delta^2 \\ \Delta_n^2 = V_n^2 + 2V_n\delta + \delta^2 \end{cases} \\ \Rightarrow \sum \Delta^2 = \sum V^2 + 2\delta \sum V + n\delta^2 \end{aligned} \quad (11)$$

Tənliyin hər iki tərəfi ölçmələrin sayına bölək

$$\frac{\sum \Delta^2}{n} = \frac{\sum V^2}{n} + \frac{2\delta \sum V}{n} + \frac{n\delta^2}{n} \quad (12)$$

(12) düsturu aşağıdakı şəkildə düşür:

$$\frac{\sum \Delta^2}{n} = \frac{\sum V^2}{n} + \delta^2 \quad (13)$$

$\delta = a - a_0$ olduğu üçün səhvlərin riyazi ortasını (δ) orta qiymət kimi qəbul edə bilərik:

$$\delta^2 = \frac{m^2}{n} \quad \text{və olacaq} \quad \frac{\sum \Delta^2}{n} = m$$

$$\text{Onda alırıq} \quad m^2 = \frac{\sum \Delta^2}{n} + \frac{m^2}{n} \quad (14)$$

$$\begin{cases} m^2 n - m^2 = \sum V^2 \\ m^2(n-1) = \sum V^2 \end{cases} \quad (15)$$

Sondakı OKX-ni hesablamaq üçün aşağıdakı düsturu alırıq:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum V^2}{n-1}} \quad (16)$$

c) Ölçülən xətlərin razmax (amplitudası) ilə OKX-nın hesablanması.

Razmax dedikdə ölçülən kəmiyyətlərin ən böyük və ən kiçik qiymətlərinin fərqi başa düşülür.

$$W = X_{max} - X_{min} \quad (17)$$

W - razmaxdır.

Razmax ilə OKX arasında aşağıdakı asılılıq var:

$$m = K_1 \cdot W \quad (18)$$

K_1 - razmax əmsəlidir.

Orta riyazi qiymətin OKX-i ilə razmax arasında əlaqə var:

$$m_{a_0} = K_2 \cdot W \quad (19)$$

Aparılan ölçmələrdən asılı olaraq K_1 və K_2 əmsallarının qiymətləri aşağıdakı cədvəldə verilir.

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K_1	0,59	0,49	0,43	0,40	0,37	0,35	0,34	0,32	0,32
K_2	0,34	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10

Nəticə. Bəzi ölçmələrin nəticəsində bir-birindən asılı olmayan xətlər yaranır. Belə xətlər aşağıdakı səbəblərdən baş verir:

1. Naviqasiya texniki vasitələrinin işləməsi zamanı yaranan xətlər.
2. Hesablama üsulunun çatışmayan cəhətlərdən.
3. Xarici qüvvələrin təsiri və ölçmənin aparılma şəraitindən (gəminin yırğalanan, dalğa, görünüş)
4. Hissiyat orqanlarının mükəmməlliyindən və məlumatların müşahidəçi tərəfindən qəbulunda.

Ölçmələrin nəticəsində təsir edən sadaladığımız səbəbləri azaltmaq mümkün olarsa, onda hesablamanın dəqiqliyini artırmaq olar. Ölçmə zamanı xətləri azaltmaq üçün aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır:

1. Cihazların və alətlərin ölçmə üçün yüksək dəqiqliklə işləməsinə nail olmaq lazımdır;
2. Hesablamaları dəqiq aparmaq lazımdır;
3. Ardıcıl olaraq müşahidələr aparmalı və hesabatları təkrar etmək lazımdır;

Ədəbiyyat

1. Abbasov E.O. Naviqasiya və lotsiya. Dərslik./E.O.Abbasov, Ç.M.Əliyev, A.H.Xəlilov - Bakı.: ADDA, -2018, - 486s.
2. Кожухов В. П. Математические основы судовождения. Учебник./ В. П.Кожухов, В.В. Григорьев, С.М. Лукци, – Москва: Транспорт – 1996. – 200с
3. Николаев А.В. Оценка точности плавания корабля Учебник./ А.В.Николаев. – Баку – 1986. – 120 с.

Məqalə qəbul olunub: 12.05.2022
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. Z.Ə.Rüstəmov