

MINISTERUL
AGRICULTURII,
DEZVOLTĂRII REGIONALE
ȘI MEDIULUI
AL REPUBLICII MOLDOVA



MINISTRY
OF AGRICULTURE,
REGIONAL DEVELOPMENT
AND ENVIRONMENT OF THE
REPUBLIC OF MOLDOVA

SERVICIUL
HIDROMETEOROLOGIC
DE STAT

2072, mun. Chișinău, str. Grenoble, 134
tel. 0 (22)773500, fax 0 (22)773636
e-mail: hidrometeo@meteo.gov.md
www.meteo.md

STATE
HYDROMETEOROLOGICAL
SERVICE

2072, Chisinau, Grenoble Street, 134
tel. 0 (22)773500, fax 0 (22)773636
e-mail: hidrometeo@meteo.gov.md
www.meteo.md

ORDIN
mun. Chișinău

„01” octombrie 2020

Nr. 229

**Cu privire la aprobarea Instrucțiunilor
privind realizarea de măsurători
batimetrice tradiționale în cadrul
Serviciului Hidrometeorologic de Stat**

În scopul asigurării eficienței procesului de observații și măsurători hidrografice, în vederea transpunerii în activitatea cotidiană a recomandărilor Organizației Meteorologice Mondiale (pct. 2.4. și 2.6. Îndrumarul Nr.168, volum I: „Hidrologia aplicativă”), în conformitate cu art. 1, 2 și 6 din Legea Nr. 1536 din 25.02.1998 cu privire la activitatea hidrometeorologică și în temeiul punctelor 53 și 54 din Regulamentul Serviciului Hidrometeorologic de Stat, aprobat prin Ordinul ministrului mediului nr. 46/2011,

ORDON:

1. Se aprobă Instrucțiunile privind realizarea de măsurători batimetrice tradiționale în cadrul Serviciului Hidrometeorologic de Stat, conform anexei.
2. Centrul hidrologic al Serviciului Hidrometeorologic de Stat va asigura studierea și aplicarea conformă a prevederilor prezentelor Instrucțiuni.
3. Controlul asupra executării prezentului ordin se atribuie Centrului hidrologic al Serviciului Hidrometeorologic de Stat.

Director adjunct interimar

Mihail GRIGORAȘ

Calculul de distribuire:

- 1. Serviciul management documente, planificare și monitorizare -2ex.;
- 2. Centrul hidrologic -1ex.:(prin e-mail)
- 3. Centrul suport logistic -1ex.:(prin e-mail)
- 4. Stația hidrologică Bălți -1ex.:(prin e-mail)
- 5. Stația hidrologică Dubăsari -1ex.:(prin e-mail)
- Total 6 ex.**

**Șef al Direcției monitoring hidrologic
a Centrului hidrologic**

Dinu PREPELIȚA

Coordonat :

**Șef al Direcției management instituțional
a Centrului administrativ**

Oleg CIUBOTARU

Handwritten signature and date:
12.10.2020

INSTRUCȚIUNILE **privind realizarea de măsurători batimetrice tradiționale** **în cadrul Serviciului Hidrometeorologic de Stat**

INTRODUCERE

1. Dispoziții generale

Prezentele instrucțiuni stabilesc reguli generale tradiționale privind realizarea de măsurători batimetrice pentru pregătirea topo-geodezică a sectorului postului hidrologic și se realizează, de regulă, imediat după selectare sectorului.

Lucrările topo-geodezice batimetrice la posturile hidrologice sunt realizate, de regulă, de specialiștii stațiilor sau ai Centrului hidrologic al Serviciului Hidrometeorologic de Stat.

Măsurătorile hidrografice reprezintă în sine o extindere în spațiu acvatic (mare, lacuri, fluvii, râuri) a măsurătorilor terestre. Deosebirea constă în faptul că majoritatea măsurătorilor se execută de pe o platformă mobilă (navă, șalupă, barcă) iar utilajele și instrumentele folosite sunt adaptate condițiilor de lucru pe apă, care diferă esențial de cele terestre.

Scopul acestor lucrări constă în asigurarea legăturii geodezice a punctelor de observare hidrologice și la obținerea unui plan topografic detaliat al sectorului postului hidrologic cu notarea / înscrierea pe el a caracteristicilor plano-altimetrice (de elevație) ale elementelor obiectului / corpului de apă, a tuturor structurilor și dispozitivelor hidrometrice și a zonei înconjurătoare.

Măsurarea adâncimilor în timpul ridicării unei secțiuni a unui post hidrologic pentru obținerea cotelor de adâncime și a profilurilor transversale ale albiei minore ale râului se realizează de-a lungul profilurilor transversale, trasate la mijlocul și capetele sectorului și de-a lungul secțiunilor transversale de măsurare a adâncimii apei.

Frecvența secțiunilor transversale de măsurare a adâncimii apei și a punctelor de măsurare a adâncimii apei de pe ele este stabilită astfel încât să dezvăluie toate caracteristicile topografiei (reliefului) fundului ca urmare a măsurării și să o ilustreze suficient de detaliat pe plan, utilizând curbe de nivel sau izobate. Lucrările de măsurare a adâncimii apei sunt mai oportune și convenabile pentru a fi efectuate la niveluri scăzute (de etiaj).

În timpul măsurării adâncimii apei, nivelul apei este monitorizat în mod obligatoriu la un post hidrologic permanent sau temporar și pe profilurile de-a lungul unor țaruși temporari sau a unor mire, ale căror cote de zero de observare trebuie obținute prin nivelment.

Frecvența observațiilor este determinată în funcție de natura variațiilor de nivel. La variații bruște, se fac observații frecvente/dese (din oră în oră). Măsurarea adâncimilor este însoțită în mod obligatoriu de determinarea poziției de plan a punctelor de măsurare a adâncimii apei pe secțiuni, pentru care se utilizează fundamentarea de plan și altimetrică a ridicării topografice a sectorului.

Pentru măsurarea adâncimilor se folosesc diferite instrumente: o tija hidrometrică, o miră, o greutate atârnată de un cablu de oțel și un ecolot (sondă acustică). Utilizarea anumitor dispozitive depinde de adâncimea, lățimea și natura râului. Tija și mira sunt utilizate pentru a măsura adâncimi mai mici de 5m; adâncimi mari sunt măsurate cu o greutate atârnată de un fir de oțel sau cu un ecolot (sondă acustică).

Poziția de plan a punctelor de măsurare a adâncimii apei poate fi, de asemenea, determinată în mai multe moduri, care sunt utilizate în funcție de lățimea râului și de metoda măsurării adâncimii.

Metoda de coordonare a măsurătorii de adâncime este stabilită în fiecare caz în parte, pe baza metodei și a detaliilor adoptate ale măsurării de adâncime, viteza de curgere a apei în râu, distanța sectorului de măsurare a adâncimii față de mal, scara ridicării și în funcție de disponibilitatea anumitor instrumente.

2. Clarificări conceptuale și de terminologie

Batimetria este o ramură a hidrometriei care se ocupă cu măsurarea adâncimii apei în mări, lacuri și râuri pentru a determina relieful subacvatic.

În termeni uzuali, procesul de măsurare a adâncimilor se mai numește și ridicare batimetrică și cuprinde ansamblul lucrărilor de măsurare, calcul și reprezentare a reliefului subacvatic al unei zone. În acest scop se urmăresc și se determină un număr suficient de puncte pe suprafața apei, judicios alese ca număr și poziție, în funcție de scara planului ce se va redacta și precizia urmărită.

Măsurătorile adâncimii apei denumite și sondaje constituie problema de bază a lucrărilor hidrografice cu scopul de a determina relieful subacvatic, adică a denivelărilor unui bazin hidrografic.

Relieful în topografie se definește ca fiind totalitatea neregularității naturale a terenului. Reprezentarea reliefului în plan se realizează de regulă, prin curbe de nivel.

Curba de nivel se definește ca fiind locul geometric al punctelor care au aceeași cotă, iar cota unui punct reprezintă distanța pe verticală între o suprafață de nivel zero și suprafața de nivel ce trece prin punctul respectiv.

Punctele ale căror cote se determină, se află deasupra geoidului (care corespunde aproximativ cu suprafața mărilor și oceanelor), se numesc puncte topografice, iar cele situate sub acesta (pe fundul mărilor și oceanelor) se numesc puncte batimetrice.

Nivelul de referință este un plan convențional față de care sunt raportate adâncimile. Se mai numește și „zero” hidrografic. Acest nivel de referință trebuie situat sub nivelul celor mai mici ape posibile și se determină în mod diferit la mare, față de fluviu (râuri).

Mira hidrometrică este o riglă gradată fixată pe un suport (cheu, debarcader, etc) instalat în apă, pe care se citesc variațiile de nivel ale apei față de zeroul hidrografic.

Maregrafele sunt aparate care înregistrează automat variațiile nivelului apei. Ele pot fi cu flotor și de presiune.

Cartografiere batimetrică - are ca obiect întocmirea planurilor și hărților într-o proiecție dată, precum și metodele de micșorare, mărire, multiplicare, manipulare și păstrarea acestora.

Hărți batimetrice - reprezentarea grafică a caracteristicilor tridimensionale (sau de relief) ale terenului uscat, care ilustrează relieful de sub apă. Variațiile reliefului subacvatic pot fi reprezentate prin zone de culoare și linii de contur numite contururi de adâncime sau izobate.

Model digital al terenului - este necesar pentru modelarea inundațiilor sau a drenajului, studii privind utilizarea terenurilor, aplicații geologice și alte aplicații în știința planetară.

Adâncimea este distanța pe verticală spre nadir, între suprafața de nivel zero (nivelul de referință) și un punct de pe fundul apei, (deci este o cotă negativă);

Curba batimetrică sau izobată reprezintă locul geometric al punctelor de aceeași adâncime;

Capitolul I CUNOȘTINȚE DE BAZĂ

Secțiunea 1. Noțiuni generale

3. În termeni uzuali, procesul de măsurare a adâncimilor se mai numește și ridicare batimetrică și cuprinde ansamblul lucrărilor de măsurare, calcul și reprezentare a reliefului subacvatic al unei zone. În acest scop se urmăresc și se determină un număr suficient de puncte pe suprafața apei, judicios alese ca număr și poziție, în funcție de scara planului ce se va redacta și precizia urmărită.

4. Măsurătorile adâncimii apei denumite și sondeaje constituie problema de bază a lucrărilor hidrografice cu scopul de a determina relieful subacvatic, adică a denivelărilor unui bazin hidrografic.

5. Relieful în topografie se definește ca fiind totalitatea neregularității naturale a terenului. Reprezentarea reliefului în plan se realizează de regulă, prin curbe de nivel. Curba de nivel se definește ca fiind locul geometric al punctelor care au aceeași cotă, iar cota unui punct reprezintă distanța pe verticală între o suprafață de nivel zero și suprafața de nivel ce trece prin punctul respectiv.

6. Punctele ale căror cote se determină, se află deasupra geoidului (care corespunde aproximativ cu suprafața mărilor și oceanelor), se numesc puncte topografice, iar cele situate sub acesta (pe fundul mărilor și oceanelor) se numesc puncte batimetrice.

7. Pe hărțile topografice curbele de nivel negativ se reprezintă cu o linie de culoare albastră, iar notațiile se fac cu semnul minus. La mare, izobatele, sunt notate cu valoarea adâncimii fără semn (figura 1 a și b).

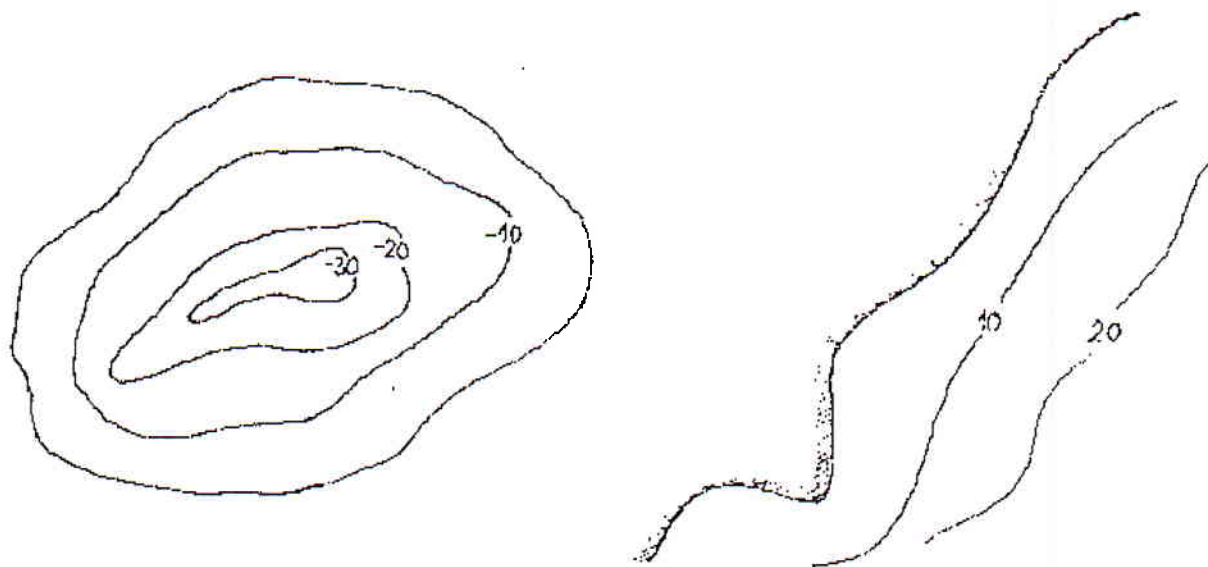


Fig. 1.

Secțiunea 2. Linii de sondaj

8. Sondajul este o lucrare specială de măsurare a adâncimii apei în puncte situate în plan, de-a lungul unor direcții numite linii de sondaj.

9. Pe aceste linii situate la suprafața apei se deplasează ambarcațiunea de sondaj. În terminologia hidrografică, pe lângă linia de sondaj se mai folosește și noțiunea profil.

10. Profilul rezultă din intersecția unui plan vertical care conține linia de sondaj (la suprafața apei) și fundul apei. Are forma unei linii frânte (figura 4).

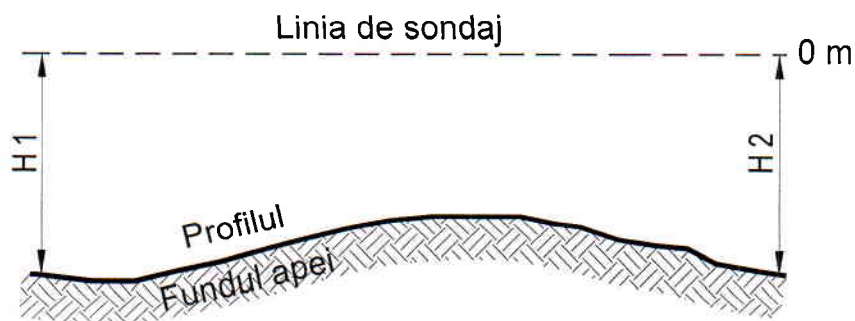


Fig. 4

11. Reprezentarea reliefului subacvatic pe planurile hidrografice este caracterizată de următoarele elemente:

- a) desimea sondajelor;
- b) direcția liniilor de sondaj;
- c) precizia de măsurare a adâncimilor;
- d) precizia de determinare a poziției în plan a sondajelor;
- e) precizia de trasare a izobatelor.

§ 1. Desimea sondajelor

12. Prin desimea sondajelor se înțelege numărul de adâncimi măsurate pe unitatea de suprafață. Ea depinde de distanța dintre liniile de sondaj și intervalul dintre adâncimile măsurate pe linia de sondaj.

13. Distanța dintre liniile de sondaj se stabilește în funcție de următoarele:

- a) gradul de accidentare și caracteristicile morfometrice ale fundului apei;
- b) importanța zonei și scopul ridicării hidrografice.

14. În funcție de aceste criterii se stabilește scara planșetei de sondaj. Scara se alege astfel încât distanțele dintre liniile de sondaj să fie egale cu 1 cm la scara planșetei. Exemplu: pentru a realiza distanța dintre liniile de sondaj la o ridicare hidrografică în scopul dragajului de adâncime, care impune distanța de 10m, planul hidrografic se va întocmi la scara 1:1000 (1cm pe plan este egal cu 10m pe suprafața apei).

15. Intervalul dintre adâncimi de-a lungul liniilor de sondaj se impune atunci când adâncimile apei se măsoară cu sonda de mână sau cu sonda ultrason fără înregistrator. În cazul măsurării adâncimilor cu sonda ultrason înregistratoare apare profilul fundului apei pe o bandă înregistratoare (batigramă), din care putem extrage orice valoare a unei adâncimi măsurate.

16. Pe planul hidrografic, adâncimile se înscriu la un interval grafic de 3 – 5mm la scara planului. Exemplu: pe o planșetă de sondaj la scara 1:10000 adâncimile se înscriu la un interval grafic de 3-5mm ceea ce corespunde unei distanțe reale pe apă de 30-50m, interval în care pot exista adâncimi diferite, important de a fi cunoscute. Atunci intervalul dintre adâncimile măsurate (d):

$$d = c/200n$$

unde: c – numitorul scării hărții (exemplu: 10000), n – raportul între numărul adâncimilor măsurate și adâncimile înscrise (pentru sondele simple $n = 2$, iar pentru sondele ultrason fără înregistrator $n = 3$ sau 4).

17. În ridicările hidrografice pentru dragajul de adâncime, intervalul dintre adâncimile măsurate pe linia de sondaj este de 5m.

18. Ridicarea hidrografică executată în scopul dragajului de adâncime pentru a corespunde normelor în vigoare și anume: distanța între liniile de sondaj de 10m și intervalul dintre adâncimi de 5m, impune ca scara planului hidrografic să fie 1:1000.

§ 2. Orientarea liniilor de sondaj

19. Liniile de sondaj se proiectează de regulă să fie perpendiculare pe o anumită direcție de referință care poate fi:

- a) direcția nord;

b) o direcție materializată topografic (direcția generală a coastei; linia malului fluviului, canalului, lacului; axul unui dig etc).

20. Mulțimea liniilor de sondaj materializate pe plan formează un sistem de linii de sondaj.

În ridicările hidrografice se folosesc următoarele sisteme de linii: paralele, radiale, în zigzag și combinate.

21. Sistemul de linii paralele (figura 5) este format din linii drepte paralele între ele și se proiectează în majoritatea ridicărilor batimetrice pentru că asigură desimea constantă a sondajelor pe unitatea de suprafață.

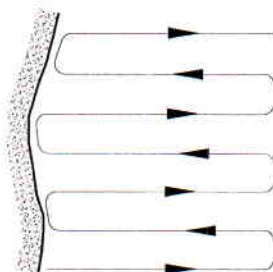


Fig. 5

Față de direcția de referință, liniile de sondaj pot fi:

- a) perpendicular pe această direcție;
- b) sub un unghi oarecare (ex.. 45° sau 135°) în cazul sondajelor la fluviu sau pe râuri (unde este curent).

22. Sistemul de linii radiale (figura 6) este alcătuit din linii drepte care converg într-un punct numit pol, sub anumite unghiuri și se proiectează în ridicările batimetrice din dreptul capurilor, în jurul insulelor și ale altor caracteristici ale terenului (figura 6).

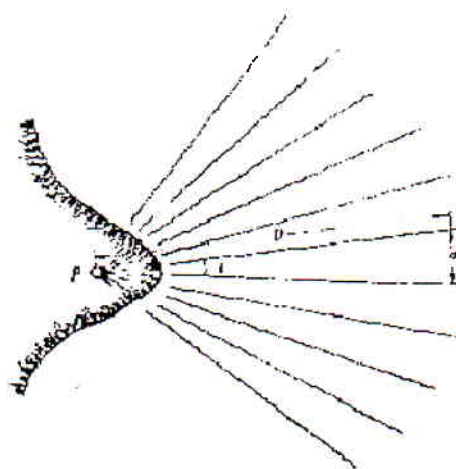


Fig. 6

23. Desimea sondajelor efectuate pe profilele radiale scade de la pol către zona periferică a sistemului unde trebuie să fie egală cu cea proiectată (adică 1 cm la scara planului hidrografic).

Unghiul sub care converg liniile (γ^0 sau γ^g)

$$\gamma^0 = 57^\circ, 3 \frac{d}{D};$$

$$\gamma^g = 63^g, 662 \frac{d}{D}$$

unde: d – distanța între extremitățile liniilor de sondaj (va fi întotdeauna 1 cm la scara planului)

D – distanța de la polul sistemului la capătul liniei.

24. Sistemul de linii în zigzag (figura 7) are aspectul unei linii frânte formată din segmente egale sau diferite ca lungime și se proiectează de regulă, în sondajele la fluviu, râuri, unde există curent.

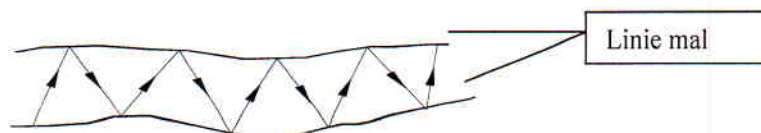


Fig 7.

25. *Sistemul de linii combinate* (figura 8) reprezintă combinații din sistemele prezentate anterior. Se proiectează în cazul ridicărilor batimetrice de mare precizie și pentru cercetarea suplimentară a zonei.

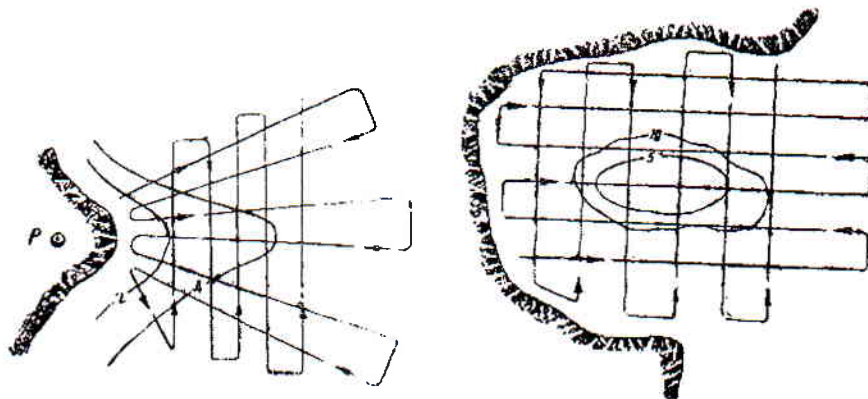


Fig. 8

Capitolul II MĂSURAREA ADÂNCIMILOR

26. Măsurarea adâncimilor și determinarea pozițiilor punctelor ce se găsesc pe linia de sondaj sunt activități ce se desfășoară simultan.

Secțiunea 1.

Sonde

27. Pentru determinarea precisă a adâncimilor prin procedeul sondajelor a fost necesară crearea unor aparate și dispozitive de măsurare utile acestui scop, numite sonde.

28. Din punct de vedere a ridicării batimetrice, sondele pot fi cu măsurare directă sau indirectă. Sondele cu măsurare directă, denumite și sonde simple pot fi: sonda de mână și sonda de lemn. Aceste sonde se folosesc când nu se dispune de echipamente ultrason sau ca rezervă. Sondele cu măsurare indirectă sunt sondele ultrason.

§ 1. Sonda de mână

29. Este un instrument simplu folosit pentru măsurarea adâncimilor de până la 20m. Este compusă dintr-o greutate și o saulă gradată în sistemul metric.

30. Saula sondei este din material nedeformabil (relon) și se gradează cu semne și culori diferite pentru a marca adâncimile de 5; 10; 15 și 20m și din metru în metru și submultiplii săi. Originea gradațiilor o constituie baza greutății.



Fig. 9

31. Etalonarea sondei este o operațiune de verificare a gradațiilor saulei prin comparație cu o ruletă. Mărcile sondei se readuc la gradațiile de pe ruletă cu o precizie de $\pm 2\text{cm}$. La măsurarea adâncimilor trebuie să se respecte condițiile ca saula sondei să fie pe verticală și bine întinsă.

§ 2. Sonda de lemn

32. Este un segment de lemn (în prezent și material plastic) cu lungime de 4 – 6m și diametrul de 4 – 5cm. Se pot măăsura adâncimi de până la 5m. Sonda este gradată în sistemul metric și asigură o precizie de citire de $\pm 5\text{cm}$.

§ 3. Sondele ultrasonore

33. Sondele ultrasonore sunt echipamente complexe care se folosesc aproape generalizat pentru măsurarea adâncimilor. Principiul măsurării adâncimii cu sonda ultrason este următorul:

a) un emițător de ultrasunete montat de regulă pe fundul navei (E) care emite periodic impulsuri scurte de unde ultrasonore sub forma unui fascicul dirijat în jos pe o direcție aproximativ verticală;

b) fasciculul de ultrasunete este reflectat de fundul apei (O) și recepționat la bordul navei de un receptor montat în punctul R.

34. Emițătoarele și receptoarele de ultrasunete se numesc vibratoare. La sondele hidrografice pentru adâncimi mici, vibratorul de emisie îndeplinește și funcția de vibrator de recepție.

35. La bărci, vibratorul sondei ultrason nu este montat pe fundul navei ci este atașat în afara bordului cu ajutorul unui dispozitiv special.

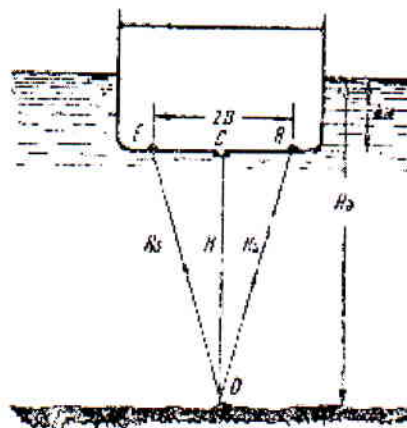


Fig. 10

Din figura 10:

- distanța $ER = 2B$ și se numește bază;
- $2H_s$ = spațiul parcurs de undele ultrasonore directe și reflectate;
- H = adâncimea față de planurile vibratoarelor;
- H_a = adâncimea adevărată;
- ΔH_i = imersiunea vibratoarelor.

Rezultă: $H_a = H + \Delta H_i$.

36. Imersiunea este o mărime constantă, iar adâncimea măsurată este o funcție ce depinde de viteza de propagare pe verticală a ultrasunetelor ($V = 1500\text{m/s}$ în apa de mare) și intervalul de timp dintre momentul emisie și recepției undelor (t).

$$H = \sqrt{H_s^2 - B^2}$$

1) Spațiul parcurs de undele ultrasonore în apă este: $2H_s = V t$; de unde $H_s = \frac{V t}{2}$

$$\text{Atunci: } H = \sqrt{\left(\frac{V t}{2}\right)^2 - B^2}$$

2) La sondele cu un singur vibrator distanța $ER = 0$ și atunci

$$H = \frac{V t}{2}$$

3) Sondele ultrason folosite în hidrografie (și în navigație) pot fi cu înregistrator sau cu indicator.

4) Sonda ultrason cu indicator afișează valoarea adâncimii măsurate la un moment dat.

5) Sonda cu înregistrator pe lângă indicarea instantanee a adâncimilor înregistrează toate aceste valori pe o bandă de hârtie specială numită batigramă. Totalitatea punctelor de sondaj de pe fundul apei formează profilul fundului apei.

37. *Sondele multifasciculare (multibeam).* În principiu, sonda multifasciculară (figura 11) realizează o pasă de măsurare a adâncimilor cu ajutorul unui vibrator special ce emite fascicule de ultrasunete pe mai multe direcții cu înclinările $\alpha_1; \alpha_2; \dots; \alpha_i$. Cele i adâncimi sunt date de relația:

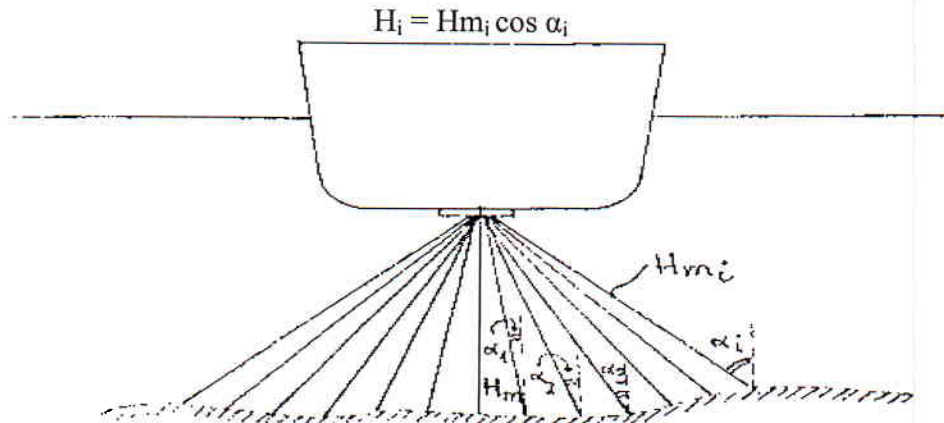


Fig. 11

Secțiunea 2. Corecțiile sondelor ultrason

38. Ca orice observație și măsurătorile de adâncime sunt afectate de erori accidentale și sistematice.

39. Erorile accidentale au cauze multiple se manifestă întâmplător și nu pot fi eliminate sau evitate.

40. Ținând cont de proprietățile erorilor accidentale, acestea pot fi reduse dacă aceeași mărime se măsoară de mai multe ori și se face media aritmetică.

41. În ridicările batimetrice, măsurătorile se fac din mișcare și ca atare nu se pot repeta. În această situație erorile accidentale asupra măsurătorilor de adâncime se atenuază printr-o pregătire temeinică a operatorului, folosirea de sonde de precizie, bine verificate și reglate.

42. Erorile sistematice pot fi cunoscute și eliminate prin aplicarea unor corecții.

43. Corecțiile sistematice care se aplică la măsurătorile adâncimilor cu sonda ultrason sunt corecții instrumentale și corecții cauzate de factori exteriori.

§ 1. Corecții instrumentale

44. În această categorie intră corecția pentru imersiunea vibratoarelor și corecția de bază.

1) *Corecția pentru imersiunea vibratoarelor.* Prin imersiunea vibratoarelor se înțelege distanța pe verticală între suprafața apei și planul orizontal ce conține suprafețele de emisie și recepție ale vibratoarelor.

2) Din figura 10 rezultă: $\Delta H_i = H_a - H$ și se determină prin măsurarea directă a acestei valori sau se scoate din formularul navei (ambarcațiunii).

3) Corecția de bază - ΔH_b se aplică în cazul sondelor cu două vibratoare. La sondele hidrografice cu un singur vibrator, această eroare este nulă.

§ 2. Corecții cauzate de factori exteriori

45. În această categorie intră: corecția pentru variația vitezei de propagare a sunetului prin apă și corecția pentru variația pescajului. Corecția pentru variația vitezei de propagare a sunetului prin apă (ΔH_v).

46. Sonda ultrason măsoară adâncimea apei pentru o anumită viteză de propagare a sunetului prin apă care depinde de: temperatura (t), salinitatea (S) și presiunea hidrostatică a apei (determinată de adâncimea apei – H). Pentru $t = 0^\circ$; $S = 35\%$ și $H = 0\text{m}$, viteza sunetului prin apă este:

$$V_0 = 1448,6\text{m/s}$$

$V_0 =$ viteza teoretică.

47. Drumul parcurs de fasciculul de unde prin straturile de apă cu temperaturi, nivele de salinitate și adâncimi diferite, datorită fenomenului de refracție va fi mai lung sau mai scurt decât în condițiile standard pentru care s-a calculat viteza de propagare a sunetului prin apă pentru sonda respectivă (V_0).

1) Atunci: $V = 1448,6 + \Delta V_t + \Delta V_s + \Delta V_p$, unde:

V – viteza real măsurată;

ΔV_t – corecția pentru variația temperaturii;

ΔV_s – corecția pentru variația salinității ;

ΔV_p – corecția pentru presiunea hidrostatică;

2) Pentru determinarea lor s-au întocmit tabele speciale (funcție de valorile măsurate la diferite straturi de apă).

3) Pentru eliminarea erorilor care provin din cauza diferențelor dintre viteza reală (V) și viteza teoretică (V_0) a sunetului prin apă se utilizează relația:

$$-\Delta H_v = H_s \left(\frac{V - V_0}{V_0} \right) \quad H_s \text{ este adâncimea indicată de sondă}$$

- ΔH_v este pozitivă când $V > V_0$ și negativă când $V < V_0$

48. Corecția pentru variația pescajului (ΔH_p) este cauzată de apuparea navei (ambarcațiunii) de sondaj pe timpul deplasării pe apă.

49. Corecția reprezintă distanța pe verticală între linia de plutire a ambarcațiunii pe timpul staționării și linia de plutire din timpul deplasării.

$$\Delta H_p = P_e - P_s, \text{ în care:}$$

1) P_e - reprezintă citirea scării pe timpul staționării (când se etalonează sonda);

2) P_s – reprezintă citirea pe timpul sondajelor

50. Corecția totală (ΔH_{tot}) reprezintă suma algebrică a corecțiilor sistematice stabilite anterior:

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_i + \Delta H_b + \Delta H_v + \Delta H_p$$

Secțiunea 3.

Determinarea corecțiilor sondelor ultrason

51. Corecțiile sondelor ultrason se pot determina prin calcul sau în mod direct.

§ 1. Determinarea corecțiilor prin calcul

52. Corecțiile pentru imersiunea vibratoarelor și de pescaj se determină pe cale experimentală.

53. Corecția pentru variația vitezei de propagare a sunetului prin apă este cauzată de diferența între temperatura și salinitatea apei pentru care a fost gradată sonda și aceleași caracteristici reale în momentul măsurării adâncimilor.

54. Pentru cunoașterea vitezei reale de propagare pe verticală a sunetului prin apă trebuie măsurate înaintea începerii observațiilor temperaturile și salinitatea apei la diferite straturi de adâncime standard (0; 10; 25; 50; 75 și 100m).

55. Sondele ultrasonor de ultimă generație, înaintea începerii măsurătorilor de adâncime, măsoară temperaturile și salinitatea apei, calculează corecțiile și le aplică automat adâncimilor măsurate.

§ 2. Determinarea corecțiilor prin etalonare

56. Ca instrumente etalon pentru determinarea corecțiilor prin metoda directă se utilizează sonda de mână, planșeta sau discul de control.

57. Corecțiile se determină prin compararea gradațiilor instrumentelor considerate etalon și citirile adâncimilor măsurate cu sonda ultrason.

58. În ridicările batimetrice (în lipsa dispozitivelor automate de determinare a corecțiilor sondei ultrason), se aplică etalonarea sondei prin etalonarea cu discul (planșeta) de control (figurile 12, 13, 14).

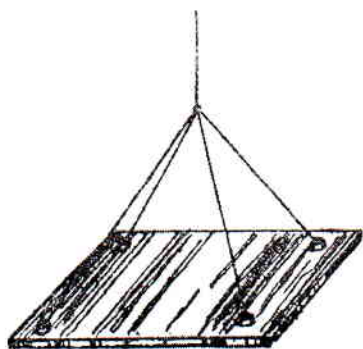


Fig. 12

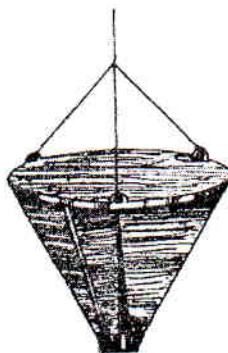


Fig. 13

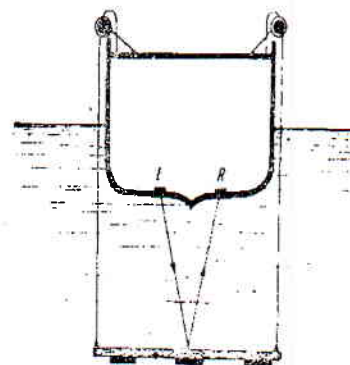


Fig. 14

59. Acest instrument de etalonare se compune dintr-o placă metalică în formă de disc sau dreptunghiulară, cu o greutate în partea inferioară (pentru a-i asigura o poziție orizontală) și un cablu metalic neextensibil gradat la 2; 3; 4; 5; 7; 10; 15; 20; 30; 40 și 50m.

60. Discul de control este utilizat pentru etalonarea sondelor cu un singur vibrator instalat în afara bordului, iar planșeta de control la sondele cu două vibratoare instalate pe fundul navei.

61. Înaintea începerii măsurătorilor de adâncime se face etalonarea sondei, adică determinarea corecțiilor totale care afectează măsurătorile de adâncime citite cu sonda ultrason.

62. Pentru aceasta, discul (planșeta de control), se coboară succesiv la orizonturile corespunzătoare mărcilor de pe cablu, exact sub vibratorul (vibratoarele sondei). În acest mod suprafața de reflexie a discului (planșetei) se comportă ca suprafața fundului apei.

63. Se citesc simultan adâncimile gradate pe cablul discului (planșetei) de control și adâncimea citită cu sonda ultrason (H_s).

Exemplu:

- la 2m se citește 2,1m $\Delta H_{tot} = 0,1m$
- la 5m se citește 5,2m $\Delta H_{tot} = -0,2m$
- la 10m se citește 9,8m $\Delta H_{tot} = +0,2m$

1) Diferența între H_0 și H_s reprezintă corecția totală ce trebuie aplicată măsurătorilor cu sonda ultrason la stratul respectiv ($\pm \Delta H_{tot}$).

2) Corecțiile sunt negative când $H_a < H_s$ (figura 15) și pozitive când $H_a > H_s$ (figura 15).

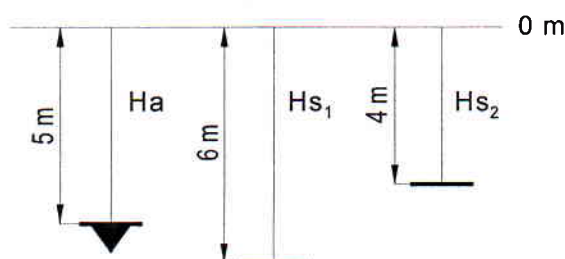


Fig.15

$$H_a = H_s + \Delta H_{\text{tot}}$$

64. Pentru creșterea preciziei măsurătorilor de adâncime etalonarea sondei se face atât la coborârea discului (planșetei) de control, cât și la urcare în mod obligatoriu la începerea sondajului și la sfârșitul sondajelor.

§ 3. Precizia sondelor ultrason hidrografice

65. Prin construcție, mod de exploatare, efectuarea tuturor corecțiilor, sondele ultrason care pot fi utilizate în ridicările hidrografice trebuie să nu aibă erori mai mari decât toleranțele stabilite prin Instrucțiunile de sondaj și anume:

- 1) pentru adâncimi de la 0 la 10m, precizia să fie de la $\pm 0,05$ la $\pm 0,1$ m;
- 2) pentru adâncimi de la 10 la 20m, precizie de $\pm 0,1$ la $\pm 0,2$ m;
- 3) pentru adâncimi de la 20 la 50m și mai mari, precizia de $\pm 1\%$ la $\pm 2\%$ din valoarea adâncimii măsurate.

Capitolul III POZIȚIONAREA SONDAJELOR

Secțiunea 1. Noțiuni introductive

66. După proiectarea liniilor de sondaj pe baza criteriilor stabilite, pe timpul sondajelor se fac simultan măsurătorile de adâncime la precizia stabilită și de determinare a poziției punctelor la precizia impusă de Instrucțiunile de sondaj.

Regulă: O adâncime măsurată nu are valoare din punct de vedere hidrografic dacă nu este poziționată în plan prin coordonate.

67. Pentru a se realiza precizia determinării pozițiilor punctelor pe linia de sondaj trebuie să se asigure:

- 1) deplasarea navei (ambarcațiunii de sondaj) în mod cât mai fidel pe linia de sondaj proiectată;
- 2) alegerea celor mai precise metode de poziționare a punctelor de sondaj.

Secțiunea 2 Deplasarea navei (ambarcațiunii) pe linia de sondaj

68. Asigurarea deplasării navei (ambarcațiunii) de sondaj pe linia de sondaj proiectată se realizează astfel:

- 1) după compasul de la bord (giroscopic sau magnetic);
- 2) după aliniamente;
- 3) după direcții indicate de la mal;
- 4) deplasarea pe cablu sau de-a lungul unei saule gradate în metri.

§ 1. Deplasarea după compasul de la bord

69. Nava (ambarcațiunea) de sondaj se deplasează pe linia de sondaj după bazele stabilite în navigație. În esență direcția liniei de sondaj este ceea ce se numește în navigație drumul navei adică, unghiul în planul orizontului dintre direcția nordului adevărat și axul longitudinal al navei. La bordul navei modelarea meridianului adevărat (adică nordul adevărat) se realizează cu compasul (giroscopic sau magnetic). Asigurarea deplasării navei pe linia de sondaj în lucrările hidrografice maritime și oceanice se realizează după metodele navigației maritime.

§ 2. Deplasarea pe aliniamente

70. Aliniamentele folosite în lucrările hidrografice reprezintă un sistem format din două semnale amplasate în teren după anumite reguli, astfel încât locul geometric al punctelor care corespund aceleiași proprietăți vizuale să reprezinte o linie de poziție.

- 1) Orice aliniament este caracterizat de următoarele elemente (figura 16):

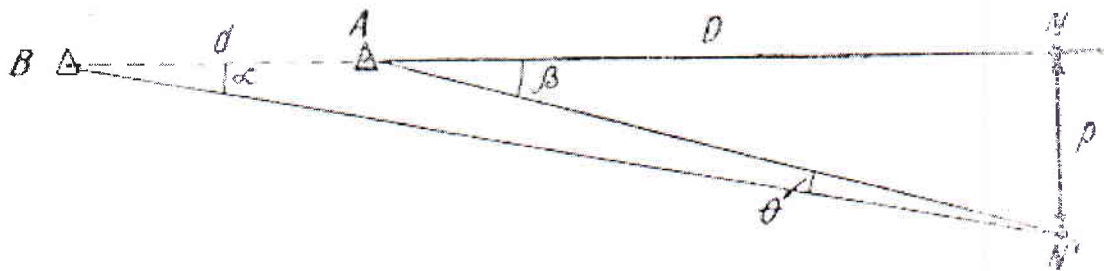


Fig. 16

- 2) Orice aliniament liniar este caracterizat de următoarele elemente:
- distanța dintre semnalele de aliniament, $d = AB$;
 - distanța dintre semnalul anterior și limita de acțiune (stabilită prin calcul) a aliniamentului, $D = AN$;
 - abaterea laterală p numită uneori și sensibilitate (definită ca fiind distanța minimă față de axa aliniamentului prin care un observator poate vedea semnalul posterior);
 - unghiul orizontal θ – proiecția în plan a unghiului minim care permite navigatorului să distingă semnalele (ieșirea din aliniament);
 - unghiul vertical δ sub care se văd părțile superioare ale semnalelor.
- 3) În construirea unui aliniament, pentru a se asigura o sensibilitate (p) sub toleranța admisă, trebuie calculată distanța d pentru a putea fi utilizat aliniamentul la distanța D maximă cerută.

$$d = \frac{D}{1,72 \frac{p}{D} - 1}, \text{ unde: } D \text{ se exprimă în km, iar } p \text{ și } d \text{ se exprimă în metri.}$$

În lucrările hidrografice aliniamentele pot fi folosite până la distanța $D_{\max} = 5\text{km}$.

71. Folosirea aliniamentelor în asigurarea deplasării navei (ambarcațiunii) pe linia de sondaj este cea mai precisă metodă folosită în lucrările hidrografice.

§ 3. Deplasarea pe direcții indicate de la mal

72. Deplasarea navei (ambarcațiunii) pe linia de sondaj după indicații de la mal, reprezintă în fapt deplasarea pe un aliniament. Pentru aceasta într-un punct precis determinat situat în prelungirea liniei de sondaj, la mal se instalează un teodolit orientat față de puncte de la mal și se vizează pe direcția liniei de poziție. Din acest punct se dirijează prin radio nava (ambarcațiunea) de sondaj pentru a nu se îndepărta față de direcția indicată de teodolit la o distanță:

- $e_{\max} = e_q (6,37) D$, în care:
- e_{\max} - toleranța admisă
- e_q - precizia instrumentului
- D - lungimea liniei de sondaj.

73. Este o metodă precisă, însă este greu de folosit în practica hidrografică. Din această cauză se folosește mai rar.

§ 4. Deplasarea pe cablu

74. Deplasarea pe cablu poate fi folosită numai în sondajul cu barca în măsurătorile hidrografice de foarte mare precizie.

75. Deplasarea se face de-a lungul unui cablu format din fire de oțel, gradat din 2 în 2m sau 5 în 5m și marcat cu plăcuțe inscripționate din 25 în 25m și are lungimea maximă de 200 la 500m.

76. Pentru a nu se scufunda, cablul este susținut de flotoare. Fixarea cablului este bine să se facă la ambele capete în zone de uscat, cu ajutorul unor țărushi metalici.

77. Această metodă se folosește la râuri, lacuri, zone portuare la distanțe între maluri de maxim 400-500 m. Capetele cablului reprezintă puncte de coordonate cunoscute.

78. Cablul bine întins materializează pe suprafața apei liniile de sondaj proiectate.

Secțiunea 3. Generalități despre poziționarea sondajelor

79. Poziționarea sondajelor reprezintă totalitatea lucrărilor de măsurare, calcul și respectare în plan (prin coordonate) a punctelor de pe linia de sondaj.

80. Ideal ar fi ca fiecare măsurare de adâncime să fie poziționată în plan așa cum se asigură în ridicările hidrografice de foarte mare precizie (cum ar fi ridicările necesare în calculul volumului de dragaj).

§ 1. Liniile de poziție (izolinii)

81. Linia de poziție este locul geometric de pe suprafața globului terestru pentru care o mărime considerată, numită parametru, are aceeași valoare (adică toți observatorii care se găsesc pe linia de poziție măsoară aceeași valoare a parametrului).

82. În lucrările hidrografice se folosesc următoarele linii de poziție:

1) *izostadia* – definită ca locul geometric al punctelor egal depărtate de un obiect. Deci toți observatorii care măsoară același parametru (distanțe) la un obiect se vor găsi pe un cerc cu raza egală cu distanța măsurată la un punct central.

2) *izogona* – este locul geometric al punctelor din care se măsoară același unghi orizontal între două puncte. Parametrul este valoarea unghiului măsurat, iar izolinia este arcul de cerc capabil de unghiul măsurat (un cerc pe care se află vârful unghiului măsurat și care trece prin cele două puncte).

3) *linia geodezică* (pe suprafața elipsoidului) și *ortodrama* (pe suprafața sferei) obținută prin reperaj direct (relevarea unei nave dintr-un punct de coordonate cunoscute) sunt arce de cerc mare care unesc punctul cunoscut cu punctul în care se află nava.

§ 2. Precizia de poziționare a navei (ambarcațiunii) pe linia de sondaj

83. Parametrii mășurați pentru poziționarea navei (ambarcațiunii) care se deplasează pe linia de sondaj sunt afectați de erori (sistematice și accidentale).

84. Poziția navei într-un punct pe linia de sondaj este dată de intersecția a cel puțin două linii de poziție (fiecare afectată de erorile ce o caracterizează). Această eroare este dată de formula:

$$E = \frac{1}{\sin \Theta} \sqrt{m^2 d_1 + m^2 d_2}$$

în care: Θ = unghiul de intersecție a liniilor de poziție (pentru $\Theta = 100^{\text{g}}$ sau 90° , $\sin \Theta = 1$) sau cuprinse între 25^{g} și 150^{g} , iar md_1 și md_2 = erorile medii pătratice de măsurare a parametrilor determinați.

85. Valorile orientative ale erorilor medii pătratice (md) la parametrii folosiți în hidrografie:

- 1) unghiuri orizontale măsurate cu teodolitul cu precizie de citire 50^{cc} ($30''$): $md = 1'$
- 2) unghiuri orizontale măsurate cu sextantul: $md = 1'$ la $2'$
- 3) drumurile giro: $md = 1^{\circ}$ la 2°
- 4) distanțe măsurate cu ajutorul undelor: $md = 0,6$ la 3% din distanța măsurată
- 5) receptoarele GPS au erori sub 100m (pentru 95% din măsurători)
- 6) receptoarele DGPS au erori de până în 10cm.

86. Toleranțe admise

1) Eroarea medie pătratică ce caracterizează calculul erorilor (raza acestui cerc) reprezintă probabilitatea ca punctul determinat să se afle în interiorul cercului erorilor.

2) În ridicările hidrografice în Instrucțiunile de sondaj se prevede ca eroarea grafică, în poziționarea pe plan a punctelor determinate, trebuie să fie cuprinsă între 0,5mm la 1mm la scara planului.

Exemplu:

- a) pe un plan la scara 1:10000 eroarea grafică admisă trebuie să fie de 5 la 10m în teren;
- b) pe un plan scara 1:1000 eroarea grafică este 0,5 la 1m în teren.

§ 3. Criterii în alegerea metodei folosite în poziționarea punctelor de sondaj

87. În alegerea metodei folosite în poziționarea punctelor de sondaj scopul principal este asigurarea preciziei impusă de toleranțele din Instrucțiunile de sondaj și anume: eroarea grafică de poziționare pe plan a punctelor determinate să fie cuprinsă între 0,5mm la 1mm la scara planului hidrografic stabilit.

88. Pentru aceasta trebuie să se țină seama de următoarele criterii: măsurătorile parametrilor să asigure ca liniile de poziție să se intersecteze sub un unghi drept, depărtarea zonei de lucrări hidrografice față de mal și importanța ridicării hidrografice precum și condițiile în care se fac măsurătorile.

89. Depărtarea zonei de lucrări influențează în alegerea mijloacelor utilizate în măsurători. În ridicările la larg nu pot fi folosite, de exemplu, teodolitele, ci mijloace radioelectronice, sau GPS.

90. Importanța ridicării hidrografice impune alegerea unor metode diferite de poziționare a sondajelor chiar pentru zone de lucrări identice.

91. Condițiile în care se fac măsurătorile hidrografice influențează atât în alegerea metodei pentru poziționarea punctelor cât și în măsurătorile hidrografice efectuate.

92. Astfel trebuie să se țină seama că nava este în mișcare și din această cauză nu se pot repeta măsurătorile pentru a se face media aritmetică și eventual eliminarea erorilor grosolane (greșelilor).

93. De asemenea poziția navei nu se poate determina din intersecția a 3-4 linii de poziție, decât în cazuri rare. De cele mai multe ori se determină din intersecția a numai două linii de poziție care micșorează precizia de determinare a punctului.

94. Măsurătorile se fac fie la catargul navei sau la antena mijlocului radioelectronic sau satelitar folosit, care de cele mai multe ori nu corespund cu poziția pe verticală a vibratorului sondei ultrason. Pentru a elimina această sursă de erori, trebuie ca cele două elemente folosite la poziționarea sondajelor să se găsească, din construcție sau prin montare, pe verticală sau la distanțe care să nu afecteze măsurătorile. La aparaturile ultramoderne de măsurători hidrografice care pentru poziționare în plan folosesc poziționarea satelitară (DGPS) iar pentru măsurarea adâncimilor folosesc senzori multibeam în softul cu care sunt echipate aceste aparaturi se pot introduce corecții pentru a se putea aduce poziția antenei DGPS pe verticala sensorului multibeam. Aceste corecții se măsoară clasic și pot fi corecții pe axa longitudinală, pe axa transversală a navei și pe diferența de nivel dintre antena DGPS și sensorul multibeam. Pe lângă aceste corecții, ultimele generații de aparatură au și senzori de anulare a tangajului și ruliului navei (exemplu: aparatura Atlas Electronic).

95. În ridicările topografice operatorul are posibilitatea vizualizării de ansamblu, în timpul măsurătorilor a denivelărilor caracteristice ale terenului, lucru care nu este posibil în ridicarea hidrografică.

96. Pentru micșorarea efectului acestor surse de erori (pentru că eliminate nu pot fi) se impune ca operatorul hidrograf să respecte strict atât în proiectarea, dar mai ales în executarea măsurătorilor, normele Instrucțiunilor de sondaj.

97. Când ridicarea hidrografică impune o precizie foarte mare, poziția navei poate fi determinată prin două metode diferite, folosite simultan.

98. În funcție de aceste precizări în practica măsurătorilor hidrografice pot fi folosite următoarele metode de poziționare a punctului de sondaj:

1) în sondajele din apele interioare și costiere se pot folosi: intersecția înainte (directă); intersecții combinate, radierea, sondajul pe cablu, mijloacele radioelectronice și mijloacele satelitare;

2) în sondajele la larg și oceanice se folosesc mijloacele radioelectronice stadimetrice și hiperbolice, mijloacele satelitare (GPS) sau metode astronomice.

99. În funcție de condițiile geografice și geomorfologice din zonă se alege și mijlocul hidrografic cu care se execută sondajul: navă, șalupă sau barcă.

100. Poziția punctului pe linia de sondaj este folosită pentru marcarea în plan a pozițiilor adâncimilor măsurate, iar pe timpul măsurătorilor și pentru coordonarea deplasării pe linia de sondaj.

§ 4. Coordonarea deplasării navei (ambarcațiunii) pe linia de sondaj

101. Odată stabilită orientarea liniei de sondaj, nava (ambarcațiunea) trebuie să o urmeze cât mai fidel.

102. Asupra navei în deplasare intervin o serie de factori obiectivi și subiectivi care o abat de la această direcție și anume: condițiile hidrometeorologice (vânt, valuri, curenți); erori ale aparatului de la bord, erori umane (ale timonierului), etc.

103. Pentru aceasta, punctele determinate în afară de scopul lor principal (poziționarea sondajelor) sunt folosite și în stabilirea abaterii navei de la direcția liniei de sondaj și dacă nu se înscrie în valorile erorilor grafice se corectează drumul navei pentru a se reveni la direcția liniei de sondaj proiectate.

104. Instrucțiunile de sondaj prevăd intervalele de timp minim obligatoriu la care se poziționează punctele de sondaj (tabelul nr.1).

105. Acest interval este exprimat în timp deoarece pe apă nu se pot face măsurători directe de distanțe și se calculează cu formula:

$$t = \frac{d}{V_m}, \text{ în care:}$$

- 1) t – timpul (în secunde, minute)
- 2) d – distanța la care se fac măsurătorile de adâncime
- 3) V_m – viteza medie a ambarcațiunii de sondaj (m/s) sau:

$$t = \frac{d}{VNd},$$

când viteza este exprimată în noduri

(1Nd = 1M/oră)

Tabelul 1

Tipul ambarcațiunii de sondaj	Viteza (Nd)	Scara planului	Timpul (t)
Bărci cu rame	1-2	1:1000; 1:5000	20 sec.
Bărci cu motor	4-5	1:5000; 1:10000	1 min.
Șalupe hidrografice	6-10	1:10000; 1:25000	2 la 5 min.
Nave hidrografice	10-14	1:50000 1:100000	5 min 10 min.

Secțiunea 4

Metode folosite în poziționarea punctului de sondaj în apele interioare

106. În apele interioare și costiere, ridicările hidrografice se realizează pe planuri în proiecție Gauss-Krüger sau stereo-70. Punctele de sondaj se determină în coordonate rectangulare absolute.

107. Poziționarea punctelor de sondaj se poate face cu aparatura clasică sau cu aparatură de ultimă generație.

§ 1. Metoda intersecției înainte (directă)

108. Această metodă este considerată de bază în ridicările hidrografice costiere, cu mijloace clasice (figura 17).

1) *Principiul metodei (aspectul topografic).*

a) Metoda constă în staționarea cu teodolitul în cel puțin două puncte de coordonate cunoscute ale rețelei de sprijin de la mal și măsurarea unghiurilor orizontale (vize orientate) spre un punct ale cărui coordonate trebuie determinate.

2) Particularități

Deși se respectă principiile topografiei apar unele aspecte particulare:

a) vizele executate se dau simultan către punctul nou N (nava de măsurători) cu două teodolite instalate la mal în puncte de coordonate cunoscute (A și B) ale rețelei de sprijin;

b) valorile vizelor orientate se transmit prin radio (folosindu-se un cod prestabilit, clar și scurt) la un operator coordonator de la navă. Acesta prelucrează datele primite, calculează coordonatele rectangulare și pune punctul determinat pe planșeta de urmărire;

c) exact în momentul măsurării unghiurilor orizontale cu teodolitele se măsoară, la același semnal, transmis de operatorul coordonator și adâncimea apei. Astfel punctul de sondaj poate fi reprezentat în plan prin coordonatele sale rectangulare (x și y) și adâncimea (H);

d) un alt operator înscrie în carnetul de sondaj valorile vizelor orientate și adâncimea măsurată.

109. Aceste activități trebuie făcute într-un timp scurt pentru a se înscrie în intervalul de timp prevăzut în Instrucțiunile de sondaj. Pentru aceasta, în lipsa unui calculator cu program corespunzător care prin introducerea datelor inițiale să furnizeze aproape instantaneu coordonatele punctului pentru a fi pus pe planșeta de sondaj se folosește poziționarea în plan a punctului cu ajutorul unei rețele de drepte orientate (dar care scade precizia punctului).

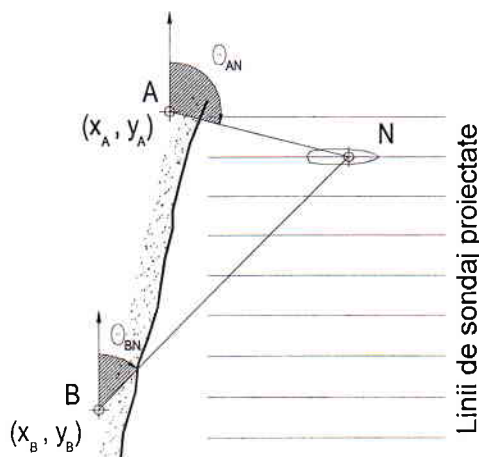


Fig. 17

110. Această rețea se trasează înainte de începerea lucrărilor, pe planșeta de urmărire. Din punctele de stație A și B se trasează câte un evantai de drepte din 1st în 1st cu culori diferite să cuprindă toată zona de măsurători.

111. Poziția punctului se determină grafic prin estimare astfel: viza orientată se apreciază între două drepte orientate de pe planșetă, iar la intersecția a două drepte orientate va fi punctul de sondaj.

1) *Precizia punctului determinat* este dată de relația:

$$E = 0,3m_d \operatorname{cosec}\theta \sqrt{D_A^2 + D_B^2}, \text{ în care:}$$

- m_d – eroarea medie de măsurare a unghiului cu teodolitul cu precizie de 50^{cc} (este $m_d = 1^\circ$);
- θ – unghiul de intersecție a dreptelor orientate;
- D_A și D_B – distanțele AN și BN (în km). Valorile erorii se determină în cel puțin trei puncte de pe liniile de sondaj proiectate.

2) *Formațiunea de lucru* este compusă din:

- la mal: 2 operatori la teodolite
- la navă: - 1 operator coordonator
- 1 operator sondă
- 1 secretar
- 1 timonier (sau conducătorul ambarcațiunii).

§ 2. Metoda intersecției combinate într-un aliniament și o distanță determinată dintr-un unghi orizontal

112. Este o metodă clasică de poziționare a punctelor de sondaj utilizată în ridicările hidrografice din porturi.

1) *Principiul metodei.* Metoda nu are un corespondent în ridicările topografice și constă în determinarea poziției ambarcațiunii de sondaj care se găsește la intersecția a două linii de poziție: linia aliniamentului și o izostadie (având ca parametru distanța rezultată din măsurarea unui unghi orizontal cu sextantul).

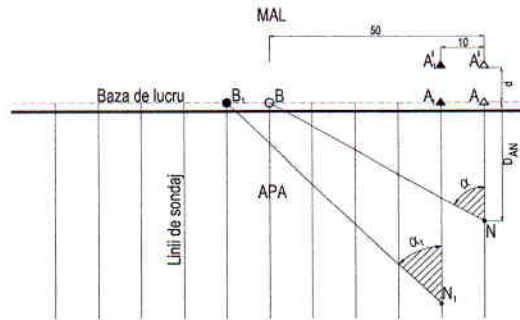


Fig. 18

a) Mod de lucru

- Pentru a se putea aplica această metodă se construiește pe cheu prin procedee topografice, un sistem de aliniamente conform cerințelor, care să materializeze liniile de sondaj pe care se va deplasa ambarcațiunea (figura 18).

- Punctele se reprezintă pe pozițiile semnalelor anterioare (A_1, A_2, \dots) și posterioare (A'_1, A'_2, \dots) ale aliniamentelor și se marchează provizoriu cu vopsea. Distanțele între liniile aliniamentului (respectiv liniile de sondaj) este de 10m (planuți scara 1:1000).

- În plus pe direcția bazei de lucru la cheu, între semnalul anterior al primului aliniament se marchează un alt punct situat la o distanță constantă de 50m sau 100m (B).

- În barcă nu se pot măsura prin metode topografice, distanțe stadimetrice (indirecte) cu un teodolit și o stadie. În această situație distanța va fi determinată indirect prin măsurarea din barcă, a unui unghi orizontal între două repere de la mal cu ajutorul sextantului.

b) *Sextantul* este un instrument specific navigației maritime pentru măsurarea unghiurilor orizontale (și verticale) de pe nave (ambarcațiuni) în mișcare. În hidrografie se folosește la măsurarea unghiurilor orizontale. Instrumentul măsoară unghiurile exprimate în sistem sexagesimal.

c) *Determinarea punctului(N)* se face în felul următor: din barca în mișcare pe linia aliniamentelor AA' se măsoară unghiul orizontal α (figura 18). Geometric, triunghiul NAB este dreptunghic în care se cunosc: baza $AB = 50m$ și unghiul α (măsurat cu sextantul). În acest caz $D_{NA} = b/\text{tg } \alpha$

- Baza AB fiind constantă se poate întocmi un tabel, cu argument unghiul α (din 1' în 1'), pentru determinarea distanțelor din unghiurile orizontale măsurate cu sextantul. După măsurarea ultimului unghi orizontal pe linii de sondaj, înainte de intrarea pe aliniamentul următor, operatorul se schimbă spre lateral aliniamentului (din A și A' în A_1 și A'_1), cât și semnalul B în B_1 etc.

- Simultan cu măsurarea unghiului orizontal, la un semnal prestabilit, se măsoară de operatorul de la sondă și adâncimea iar valorile măsurate se înscriu în caietul de sondaj. Intervalul dintre două măsurători dacă nu este o distanță stabilită prin norme se determină la intervale de timp (3.3.3.4.).

d) *Precizia punctului determinat* este dată de relația:

$$E = \frac{1}{3438 \times \sin \Theta} \sqrt{\left[\frac{D_{NA} \times (D_{NA} + d)}{d} \times \gamma \right]^2 + \left(\frac{b \times m' d}{\sin^2 \alpha} \right)^2}, \text{ în care:}$$

Θ – unghiul de intersecție a aliniamentului cu izostadia (practic $\Theta = 90^\circ$ rezultă $\sin 90^\circ = 1$)

D_{NA} – distanța navă semnalul anterior

- d – distanța AA'
- γ' – acuitatea vizuală binoculară a omului ($\gamma' = 1'$ când se privește aliniamentul cu binoclul și $\gamma' = 2'$ când se privește aliniamentul cu ochiul liber)
- b – distanța AB (de 50m sau 100m)
- m'd – eroarea medie pătratică la unghiurile măsurate cu sextantul ($m'd = 1'$ la $2'$)
- α = unghiul măsurat cu sextantul
- Valorile unghiulare sunt exprimate în grade sexagesimale.
- Distanțele se măsoară în metri.
- E (eroarea medie pătratică a punctului) se exprimă în m
- e) *Formațiunea de lucru*
- la mal: 1 operator pentru manevrarea semnalelor portabile;
- în barcă: 1 operator la sextant; 1 operator sondă; 1 marinar la rame.

§ 3. Sondajul pe cablu

113. Cablul și modul de utilizare reprezintă o linie de poziție, iar distanțele marcate pe el reprezintă arce de izostadie.

114. Prin urmare ambarcațiunea își poate determina poziția de-a lungul cablului la intersecția a două linii de poziții.

1) *Mod de lucru*

- a) Barca se deplasează de-a lungul cablului și se măsoară adâncimea în dreptul semnului marcat pe cablu.
- b) Operatorul de la sondă înscrie în carnetul de sondaj distanța față de capătul cablului și valoarea adâncimii măsurate.
- c) Reprezentarea punctelor de sondaj pe plan se face grafic.
- d) Metoda de poziționare a punctelor de sondaj este foarte precisă asigurându-se precizia.
- e) Manevrarea cablului este greoaie dar constituie singura metodă clasică de determinare a punctelor de sondaj pe râuri și canale.

2) *Formațiunea de lucru*

- a) la mal: 2 operatori pentru manevrarea cablului;
- b) la barcă: 1 operator la sondă; 1 marinar pentru a manevra barca.

115. În locul cablului se poate folosi și o saulă nedeformabilă gradată cu noduri din 5m în 5m cu care se trage barca de la mal. Poziția bărcii se determină prin măsurarea directă cu saula manevrată de un operator de la mal. Când barca ajunge la o distanță stabilită printr-un semnal prestabilit se măsoară adâncimea apei și se înscriu datele în caietul de sondaj.

116. Pentru creșterea preciziei este indicat să se instaleze aliniamente la mal pe care să se deplaseze barca. În acest caz particular formațiunea de lucru se compune din:

- a) la mal: 1 operator pentru manevrarea saulei; 1 operator pentru manevrarea semnalelor portabile ale aliniamentelor;
- b) în barcă: 1 operator la sondă; 1 marinar la rame.

§ 4. Metoda radierii

117. Este o metodă precisă de poziționare a punctelor de sondaj, care poate fi utilizată numai cu aparatură de ultimă generație cum ar fi stațiile totale.

1) *Principiul metodei* (aspectul topografic). În esență se staționează într-un punct de coordonate cunoscute cu o stație totală, apoi se orientează aparatul (pentru ca toate celelalte vize să fie orientate) și se măsoară un unghi orizontal și o distanță la un punct ale cărui coordonate trebuie determinate.

2) *Particularități*. În esență este o radiere topografică a unui punct (prisma) aflat pe o barcă în deplasare. Punctul radiat va fi astfel poziționat planimetric în coordonate absolute X și Y, dar îi va corespunde și o valoare Z, care reprezintă adâncimea apei în acel punct. Această metodă precisă de măsurare și poziționare a punctelor se folosește în special la lucrările de dragaj pentru a se evita eventualele contestații apărute între executantul dragajului și beneficiarului. Tot din această cauză, la teren se materializează și aliniamente (profile) de sondaj pe care va merge barca.