



НАВІГАЦІЯ І ЛОЦІЯ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК (ПРАКТИКУМ)

Частина I



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

Інститут Військово-Морських Сил України

Національний університет «Одеська морська академія»

Кафедра Кораблеводіння та штурманського озброєння

В. Я. Корніюк
А. О. Буга

НАВІГАЦІЯ І ЛОЦІЯ

Навчально-методичний посібник (практикум)

Частина I

Одеса
«Астропринт»
2023

Практичне відпрацювання отриманого теоретичного матеріалу є однією з найважливіших складових вивчення курсу навігації і лоції. Є низка дій, які штурман повинен виконувати автоматично, навіть не відволікаючи на них свою увагу — розрахунок та вживання поправок компасів, переведення та виправлення курсів і пеленгів та ін. Практичні роботи, які пропонує посібник, призначені для опрацювання та тренування саме таких дій.

Для кожної роботи наводяться короткі теоретичні відомості, порядок її практичного виконання та завдання за варіантами. Додаються необхідні для виконання номограми, таблиці та схеми.

Призначений для курсантів Інституту Військово-Морських Сил НУ «ОМА».

Рецензент: *П. Д. Гончаренко*, доцент, кандидат технічних наук

Затверджено кафедрою кораблеводіння та штурманського озброєння як навчально-методичний посібник (практикум) з навчальної дисципліни «Навігація і лоція» зі спеціальності 255 «Озброєння та військова техніка» (*протокол № 2 від 15 березня 2023р.*)

Рекомендовано вченою радою Інституту Військово-Морських Сил Національного університету «Одеська морська академія» як навчально-методичний посібник (практикум) з дисципліни «Навігація і лоція» для спеціальності 255 «Озброєння та військова техніка», спеціалізація «Корабельна зброя та засоби навігації» (*протокол № 2 від 15 березня 2023р.*)

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	3
Вступ	5
Загальні вказівки по виконанню і оформленню практичних робіт	6
1. Практична робота № 1 «Розрахунок різниці широт, різниці довгот, координат пунктів відходу та приходу».....	7
2. Практична робота № 2 «Дальність видимого горизонту, дальність видимості вогнів та орієнтирів у морі»	16
3. Практична робота № 3 «Визначення напрямків у морі»	23
4. Практична робота № 4 «Магнітне схилення. Девіація магнітного компасу. Поправка компасу»	30
5. Практична робота № 5 «Переведення та виправлення курсів і пеленгів»	42
6. Практична робота № 6 «Визначення швидкості корабля, пройденої відстані та часу плавання за зчисленням»	51
Література	57
Додаток 1. Географічна дальність видимого горизонту	58
Додаток 2. Географічна дальність видимості предметів	59
Додаток 3. Geographical Range Table.....	60
Додаток 4. Номограма 2.4. Географічна дальність видимості предметів	61
Додаток 5. Номограми оптичної дальності видимості	62
Додаток 6. Учбова таблиця девіації № 1	64
Додаток 7. Співвідношення між одиницями швидкості	65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ALL	– Admiralty List of Lights and Fog Signals
D	– дальність
D_e	– географічна дальність видимого горизонту з висоти ока спостерігача e
D_h	– дальність видимого горизонту з висоти h орієнтиру
D_K	– дальність видимості орієнтира, вогня, що вказана на МНК
ΔD_K	– поправка до дальності видимості орієнтира, вогня за висоту ока спостерігача
D_{Π}	– географічна дальність видимості орієнтира
D_o	– дальність видимості вогня орієнтира
d	– магнітне схилення
e	– висота ока спостерігача
h	– висота орієнтиру
J	– метеорологічна дальність видимості
N	– число обертів рушія
S	– істинна відстань, що пройдена кораблем
$S_{\text{Л}}$	– відстань, що пройдена кораблем по лагу
T	– час по корабельному годиннику
t	– час руху
V	– істинна швидкість корабля
$V_{\text{в}}$	– відносна швидкість корабля
$V_{\text{Л}}$	– швидкість корабля за лагом
q	– курсовий кут
ГК	– гірокомпас
КК _{ГК}	– гірокомпасний курс
КП _{ГК}	– гірокомпасний пеленг
Δ ГК	– поправка гірокомпаса
ДП	– діаметральна площа корабля
ІК	– істинний курс
ІП	– істинний пеленг
К _Л	– коефіцієнт лагу

КК	–	компасний курс
КК _{ГЛ}	–	компасний курс по головному магнітному компасу
КК _{МК}	–	компасний курс по магнітному компасу
КП	–	компасний пеленг
ΔМК	–	поправка магнітного компаса
МНК	–	морська навігаційна карта
МП	–	магнітний пеленг
МТ	–	морехідні таблиці
ОП	–	зворотний істинний пеленг
ОКП	–	зворотний компасний пеленг
ВЛ	–	відлік лагу
ОМП	–	зворотний магнітний пеленг
РД	–	різниця довгот
РВЛ	–	різниця відліків лагу
РШ	–	різниця широт
ΔЛ%	–	поправка лагу
Δφ	–	різниця широт
Δλ	–	різниця довгот
δ	–	девіація магнітного компасу
φ	–	географічна широта
λ	–	географічна довгота
τ	–	коефіцієнт прозорості атмосфери

ВСТУП

Тематика та зміст практичних робіт відповідає програмі навчальної дисципліни «Навігація і лоція», передбаченої навчальним планом для курсантів спеціальності 255 Озброєння та військова техніка спеціалізації «Корабельна зброя та засоби навігації», 254 Забезпечення військ (сил), Правилам організації штурманської служби і штурманської підготовки на кораблях ВМС ЗС України (ПШСШП ВМС).

Метою виконання практичних робіт є закріплення теоретичного матеріалу, набуття та вдосконалення практичних навичок вирішення завдань з забезпечення навігаційної безпеки плавання.

Посібник включає необхідні теоретичні відомості та пояснення, практичні приклади виконання розрахунків та креслень різними способами, матеріали, необхідні для виконання робіт, варіанти завдань для самостійного виконання.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ПО ВИКОНАННЮ ТА ОФОРМЛЕННЮ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

1. Практичні роботи виконуються на окремих аркушах паперу.
2. На титульному аркуші обов'язково наводяться П.І.Б курсанта, номер групи та варіант завдання.
3. Перед кожним завданням необхідно вказати тему завдання та коротко виписати вихідні дані.
4. Порядок виконання роботи та варіант визначаються і вказуються викладачем.
5. Цифрові розрахунки та графічні рішення виконуються простим олівцем з використанням необхідних інструментів.
6. В кінці роботи обов'язково ставиться дата виконання й підпис курсанта.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

РОЗРАХУНОК РІЗНИЦІ ШИРИТ, РІЗНИЦІ ДОВГОТ, КООРДИНАТ ПУНКТІВ ВІДХОДУ ТА ПРИХОДУ

1. Теоретичні відомості (рис. 1.1)

Географічною широтою (φ) називається кут між нормаллю до поверхні сфероїду в даній точці на земному еліпсоїді та площиною екватору. Чисельно географічна широта вимірюється дугою меридіану даної точки, що виражена в градусній мірі, від екватору до паралелі даної точки.

Географічною довготою (λ) називається двограний кут між площинами початкового меридіану та меридіану, що проходить через дану точку. Чисельно географічна довгота вимірюється меншою з дуг екватору, що виражена в градусній мірі, від Гринвіцького меридіану до меридіану даної точки.

Різницею широт ($PШ$, $\Delta\varphi$) називається менша з дуг істинного меридіану, виражена в градусній мірі та обмежена паралелями пункту відходу φ_1 та пункту приходу φ_2 .

Різницею довгот ($PД$, $\Delta\lambda$) називається менша з дуг екватору, виражена в градусній мірі та обмежена меридіанами пункту відходу λ_1 та пункту приходу λ_2 .

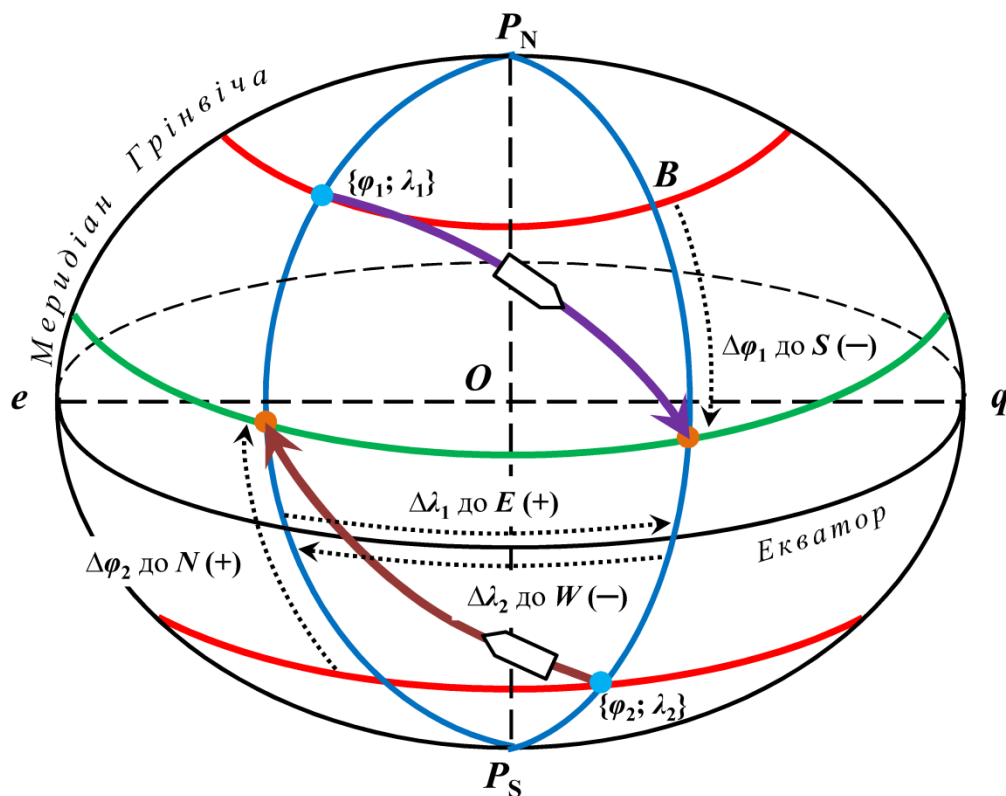


Рис. 1.1 – Різниця широт та різниця довгот.

$\Delta\varphi$ вимірюється від 0° до 180° та має наступні найменування:

- до N – знак (+), якщо складова плавання корабля по меридіану спрямована до Північного географічного полюса (навіть якщо плавання відбувається у південній півкулі);
- до S – знак (–), якщо складова плавання корабля по меридіану спрямована до Південного географічного полюса (навіть якщо плавання відбувається у північній півкулі).

$\Delta\lambda$ вимірюється від 0° до 180° (виняток складає кругосвітнє плавання) та має найменування:

- до E – знак (+), якщо складова плавання корабля по паралелі спрямована на схід (навіть якщо плавання відбувається у західній півкулі);
- до W – знак (–), якщо складова плавання корабля по паралелі спрямована на захід (навіть якщо плавання відбувається у східній півкулі).

Якщо в розрахунках за формулами чисельне значення $\Delta\lambda$ виявилось більше 180° , то слід взяти її доповнення до 360° ($360^\circ - \Delta\lambda$) і змінити найменування (знак) різниці довгот на протилежний.

2. Визначення різниці широт та різниці довгот

Виконується за алгебраїчними (з урахуванням знаків величин) формулами:

$$\Delta\varphi (\text{РШ}) = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (1.1)$$

$$\Delta\lambda (\text{РД}) = \lambda_2 - \lambda_1 \quad (1.2)$$

Приклад 1. Знайти $\Delta\varphi$ та $\Delta\lambda$, якщо координати пункту відходу $\varphi_1 = 50^\circ 24,0' N$, $\lambda_1 = 20^\circ 38,5' W$, координати пункту приходу $\varphi_2 = 40^\circ 15,6' S$, $\lambda_2 = 100^\circ 00,4' W$.

Розв'язання за формулами (аналітичне):

φ_2	$= -40^\circ 15,6'$	λ_2	$= -100^\circ 00,4'$
φ_1	$= +50^\circ 24,0'$	λ_1	$= -20^\circ 38,5'$
$\Delta\varphi$	$= -90^\circ 39,6'$	$\Delta\lambda$	$= -79^\circ 21,9'$
	$= 90^\circ 39,6' \text{ до } S$		$= 79^\circ 21,9' \text{ до } W$

Графічне розв'язання:

1) Визначення $\Delta\varphi$ (рис. 1.2):

Зробити схематичний розріз земної кулі вздовж істинного меридіану: P_N – Північний географічний полюс, P_S – Південний географічний полюс, та по φ_1 і φ_2 нанести пункти відходу A та приходу B (рис. 1.2, а).

Спрощена побудова. Провести пряму горизонтальну лінію, що є умовним екватором, від неї відкласти відрізки, пропорційні широті φ_1 та широті φ_2 (притримуючись правила, що вище екватору – північні широти, нижче – південні), та прямими горизонтальними лініями провести паралелі пунктів відходу A та приходу B (рис. 1.2, б).

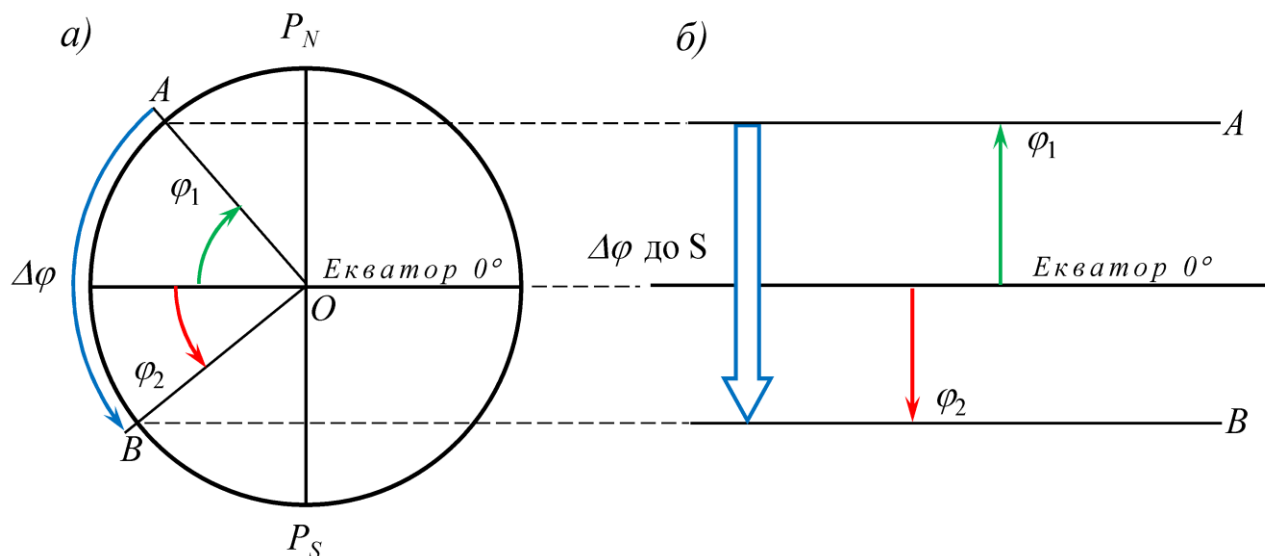


Рис. 1.2 – Графічне розв’язання прикладу 1 – різниця широт.

З рис. 1.2(а) видно, що $\Delta\varphi$ – це дуга AB або кут AOB , що дорівнює сумі кутів φ_1 та φ_2 . Найменування $\Delta\varphi$ показує стрілка дуги AB , що спрямована від точки A до точки B , тобто до S .

З рис. 1.2(б) видно, що корабель рухався у південному напрямку, тому $\Delta\varphi$ має знак $(-)$ і найменування до S та дорівнює сумі чисельних значень широт $\varphi_1 + \varphi_2$.

Відповідь: $\Delta\varphi = 90^\circ 39,6'$ до S .

2) Визначення $\Delta\lambda$ (рис. 1.3):

- виконати схематичний розріз земної кулі вздовж екватора (P_N – Північний географічний полюс Землі). Нанести нульовий (Гринвіч) та 180-й меридіани, показати початок відліку довгот 0° та напрями до E та до W ;
- по чисельним значенням з врахуванням найменування λ_1 та λ_2 від нульового меридіану нанести меридіани пунктів відходу A та приходу B .

З рис. 1.3 видно, що $\Delta\lambda$ – це кут AP_NB , що дорівнює різниці кутів λ_2 та λ_1 (або дуга AB). Найменування $\Delta\lambda$ показує стрілка дуги AB у напрямку від меридіану 0° (в прикладі – до W).

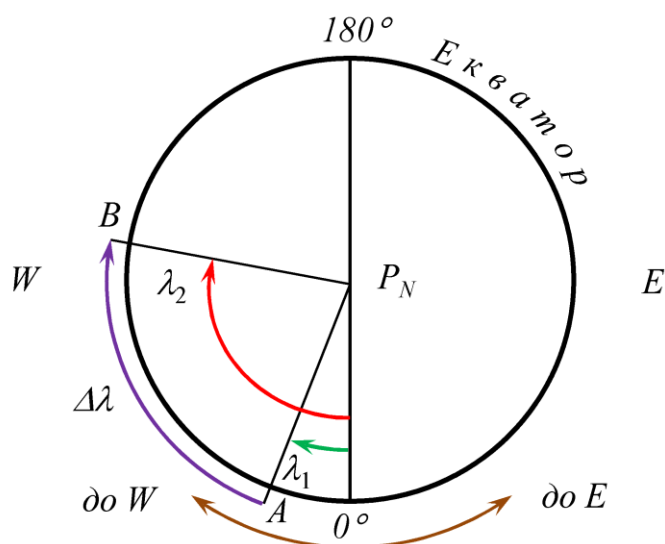


Рис. 1.3 – Графічне розв’язання прикладу 1 – різниця довгот.

Відповідь: $\Delta\lambda = 79^\circ 21,9'$ до W.

3. Визначення координат пункту приходу

Виконується за наступними алгебраїчними формулами:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi \text{ (РШ)} \quad (1.3)$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda \text{ (РД)} \quad (1.4)$$

Приклад 2. Корабель вийшов з пункту A з координатами $\varphi_1 = 60^\circ 53,4' \text{ S}$, $\lambda_1 = 165^\circ 18,0' \text{ E}$ та здійснив плавання, в результаті якого РШ та РД склали: $\Delta\varphi = 102^\circ 01,0' \text{ до N}$ та $\Delta\lambda = 31^\circ 32,5' \text{ до E}$. Визначити координати пункту приходу B (φ_2 та λ_2).

Розв’язання за формулами (аналітичне)

$ \begin{array}{rcl} + \quad \varphi_1 & = & -60^\circ 53,4' \\ \Delta\varphi & = & +102^\circ 01,0' \\ \hline \varphi_2 & = & +41^\circ 07,6' \\ & = & 41^\circ 07,6' \text{ N} \end{array} $	$ \begin{array}{rcl} + \quad \lambda_1 & = & +165^\circ 18,0' \\ \Delta\lambda & = & +31^\circ 32,5' \\ \hline \Sigma & = & +196^\circ 50,5' \text{ E} > 180^\circ \\ \\ - \quad & & 360^\circ 00,0' \\ \hline \Sigma & = & +196^\circ 50,5' \\ \lambda_2 & = & +163^\circ 09,5' \\ & = & 163^\circ 09,5' \text{ W} \end{array} $
--	---

Графічне розв’язання:

1) Визначення φ_2 (рис. 1.4).

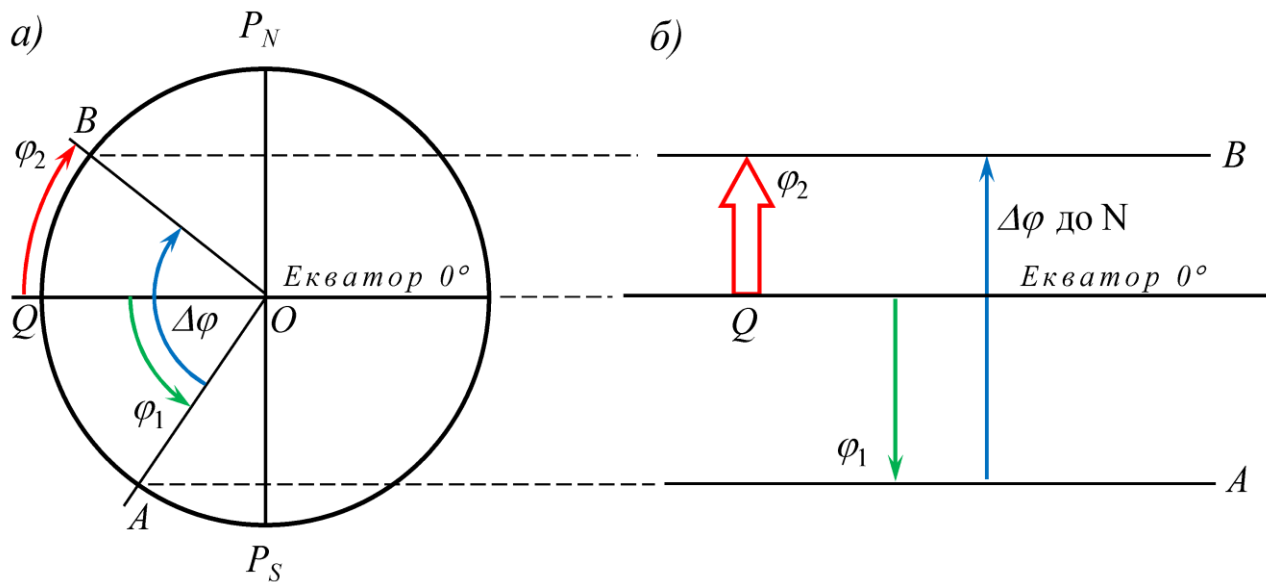


Рис. 1.4 – Графічне розв’язання прикладу 2 – визначення широти пункту приходу.

На схематичному розрізі земної кулі вздовж істинного меридіану по φ_1 нанести пункт відходу A , від якого відкласти кут AOB , що дорівнює $\Delta\varphi$ (або дугу AB).

З рис. 1.4(а) видно, що φ_2 – це дуга QB або кут QOB , що дорівнює різниці кутів $\Delta\varphi$ та φ_1 . Найменування φ_2 показує стрілка дуги QB , що спрямована у бік P_N .

Спрощена побудова (рис. 1.4, б). Від лінії екватору відкласти відрізок, пропорційний широті пункту відходу φ_1 , та провести паралель пункту відходу A , відкласти від неї вектор (відрізок), пропорційний $\Delta\varphi$ – отримаємо паралель пункту приходу B . З рисунку видно, що відрізок QB і є φ_2 . Положення кінця вектору QB (стрілка) у той чи іншій півкулі покаже найменування φ_2 (в прикладі – N).

Відповідь: $\varphi_2 = 41^\circ 07,6' \text{ N}$.

2) Визначення λ_2 (рис. 1.5).

На схематичному розрізі земної кулі вздовж екватора від нульового меридіану за λ_1 нанести меридіан пункту відходу A , від якого відкласти вздовж екватора величину РД у напрямку найменування (Е або W) від 0° ; отримаємо точку B .

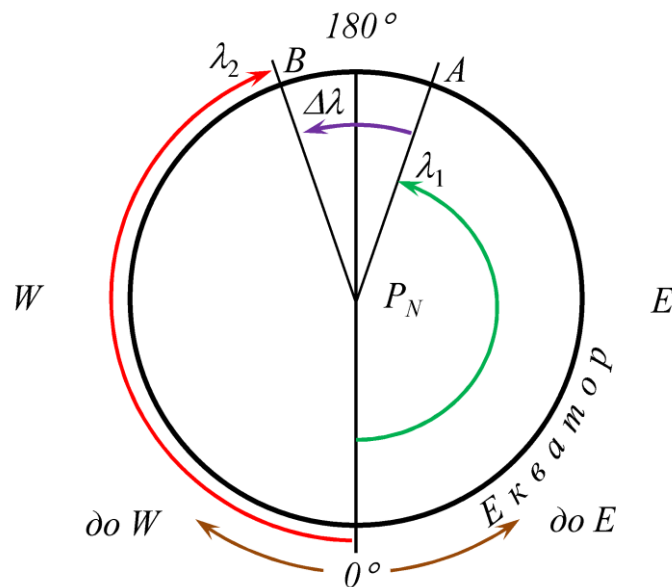


Рис. 1.5 – Графічне розв’язання прикладу 2 – визначення довготи пункту приходу.

З рис. 1.5 видно, що λ_2 дорівнює 360° мінус сума $|\lambda_1| + |\Delta\lambda|$, оскільки у прикладі корабель перетнув меридіан 180° , прямуючи зі сходу на захід, та ввійшов у західну півкулю. Найменування λ_2 також вказує на напрямок від 0° (W).

Відповідь: $\lambda_2 = 163^\circ 09,5' \text{ W}$.

4. Визначення координат пункту відходу

Виконується за наступними алгебраїчними формулами:

$$\varphi_1 = \varphi_2 - \Delta\varphi \text{ (РШ)} \quad (1.5)$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 - \Delta\lambda \text{ (РД)} \quad (1.6)$$

Приклад 3. Корабель прибув в пункт B з координатами $\varphi_2 = 60^\circ 05,0' \text{ N}$, $\lambda_2 = 171^\circ 30,8' \text{ E}$, в результаті переходу РШ та РД склали: $\Delta\varphi = 09^\circ 25,4'$ до N і $\Delta\lambda = 10^\circ 20,4'$ до E. Визначити координати пункту відходу (φ_1 , λ_1).

Розв’язання за формулами (аналітичне):

$ \begin{array}{rcl} \varphi_2 & = & +60^\circ 05,0' \\ - \Delta\varphi & = & +09^\circ 25,4' \\ \hline \varphi_1 & = & +50^\circ 39,6' \\ & = & 50^\circ 39,6' \text{ N} \end{array} $	$ \begin{array}{rcl} \lambda_2 & = & +171^\circ 30,8' \\ - \Delta\lambda & = & +10^\circ 20,4' \\ \hline \lambda_1 & = & +161^\circ 10,4' \\ & = & 161^\circ 10,4' \text{ E} \end{array} $
---	--

Графічне розв'язання:

1) Визначення φ_1 (рис. 1.6).

На схематичному розрізі земної кулі вздовж меридіану за φ_2 нанести пункт приходу B , в який корабель прийшов, здійснивши до півночі $\Delta\varphi$, що дорівнює дузі AB або куту AOB ; відклавши цей кут від лінії OB у напрямку, звідки корабель вийшов (у бік екватору, тобто до S), отримаємо лінію OA .

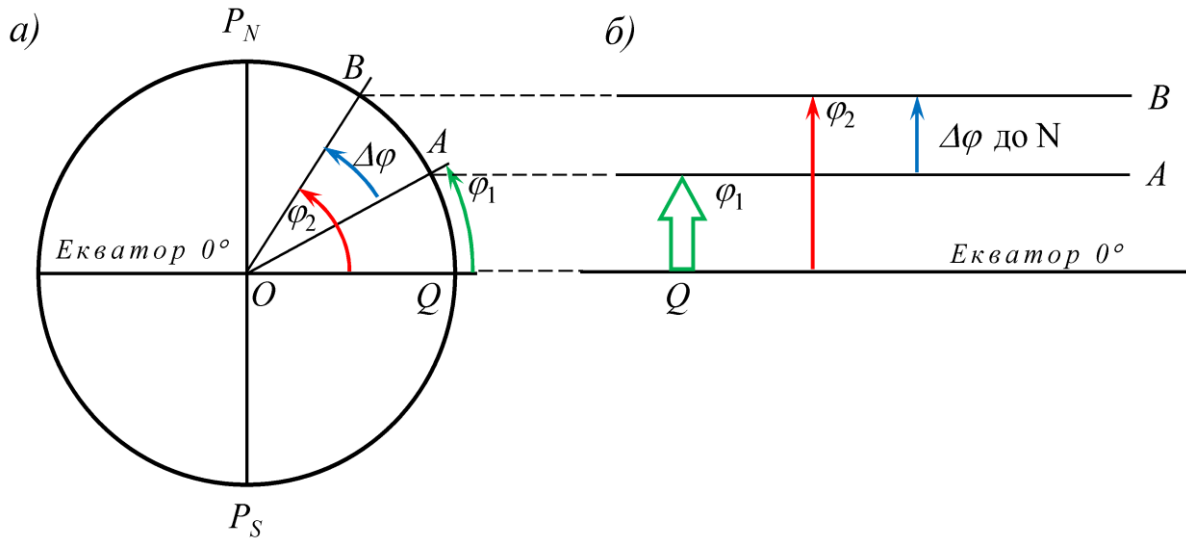


Рис. 1.6 – Графічне розв'язання прикладу 3 – визначення широти пункту відходу.

З рис. 1.6(а) видно, що дуга QA або кут QOA і є величина φ_1 . Найменування φ_1 (N) визначає її знаходження у північній півкулі.

Спрощена побудова (рис. 1.6, б). Від лінії екватору відкласти вектор, пропорційний чисельному значенню широти пункту приходу φ_2 (у прикладі – вгору, тому що широта північна), нанести паралель пункту приходу B . Відклавши від цієї паралелі вектор AB , що дорівнює $\Delta\varphi$, та пам'ятаючи, що стрілка вектора $\Delta\varphi$ завжди закінчується на паралелі пункту приходу φ_2 , отримаємо паралель пункту відходу A .

Відповідь: $\varphi_1 = 50^\circ 39,6' \text{ N}$.

2) Визначення λ_1 (рис.1.7).

На розрізі земної кулі вздовж екватору за λ_2 нанести, відклавши від нульового меридіану, меридіан пункту приходу B . На цей меридіан корабель прийшов, зробивши $\Delta\lambda$ у напрямку до Е. Тому треба відкласти від меридіану пункту приходу B дугу AB , що дорівнює $\Delta\lambda$, в напрямку, звідки корабель вийшов. Отримаємо меридіан пункту відходу A . З рис. 1.7 видно, що λ_1 дорівнює різниці λ_2 та $\Delta\lambda$. Найменування λ_1 (Е) визначає її знаходження у східній півкулі.

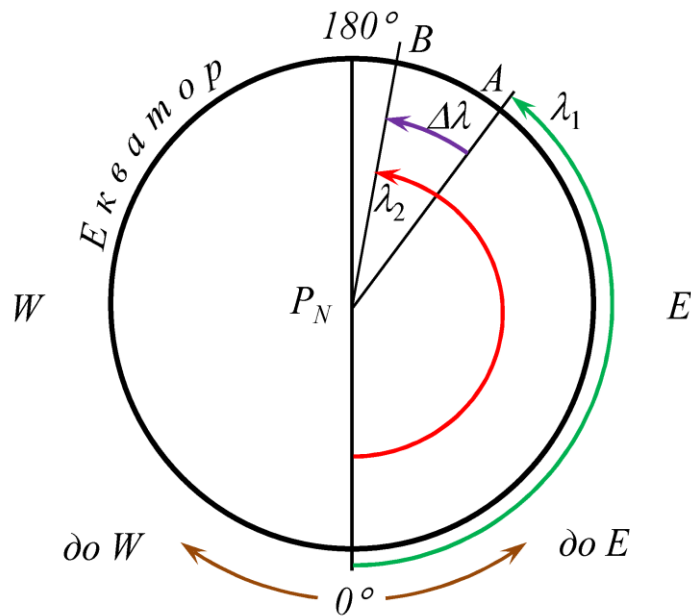


Рис. 1.7 – Графічне розв’язання прикладу 3 – визначення довготи пункту відходу.

Відповідь: $\lambda_1 = 161^{\circ}10,4' \text{ E}$.

5. Завдання

Завдання 1. Визначити чисельні значення й найменування $\Delta\varphi$ та $\Delta\lambda$, якщо корабель здійснив плавання з пункту A з координатами φ_1, λ_1 до пункту B з координатами φ_2, λ_2 .

Номер варіанту	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
1	$20^{\circ}05,0' \text{ N}$	$18^{\circ}00,0' \text{ W}$	$50^{\circ}05,0' \text{ N}$	$5^{\circ}00,0' \text{ W}$
2	$60^{\circ}00,0' \text{ N}$	$172^{\circ}30,0' \text{ E}$	$50^{\circ}00,0' \text{ N}$	$172^{\circ}30,0' \text{ W}$
3	$23^{\circ}18,0' \text{ N}$	$150^{\circ}12,0' \text{ W}$	$2^{\circ}14,0' \text{ S}$	$150^{\circ}30,0' \text{ E}$
4	$40^{\circ}15,0' \text{ N}$	$165^{\circ}00,0' \text{ E}$	$25^{\circ}25,0' \text{ N}$	$140^{\circ}25,0' \text{ W}$
5	$65^{\circ}00,0' \text{ N}$	$37^{\circ}30,0' \text{ W}$	$60^{\circ}00,0' \text{ S}$	$22^{\circ}30,0' \text{ E}$
6	$42^{\circ}44,0' \text{ S}$	$105^{\circ}23,0' \text{ E}$	$52^{\circ}17,0' \text{ S}$	$92^{\circ}33,0' \text{ E}$
7	$45^{\circ}00,0' \text{ N}$	$50^{\circ}00,0' \text{ E}$	$37^{\circ}20,0' \text{ N}$	$52^{\circ}50,0' \text{ E}$
8	$21^{\circ}22,0' \text{ N}$	$143^{\circ}33,0' \text{ W}$	$6^{\circ}42,0' \text{ S}$	$161^{\circ}45,0' \text{ W}$
9	$55^{\circ}10,0' \text{ S}$	$165^{\circ}30,0' \text{ E}$	$15^{\circ}15,0' \text{ N}$	$52^{\circ}30,0' \text{ E}$
10	$21^{\circ}22,0' \text{ N}$	$51^{\circ}26,0' \text{ E}$	$21^{\circ}21,0' \text{ N}$	$1^{\circ}26,0' \text{ E}$

Завдання 2. Визначити координати пункту приходу B (φ_2 та λ_2), якщо корабель вийшов з пункту відходу з A з координатами φ_1 та λ_1 і відомі зроблені ним $\Delta\varphi$ та $\Delta\lambda$.

Номер варіанту	φ_1	λ_1	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
1	50°35,5' N	5°00,2' W	28°05,0' к S	77°30,8' к W
2	60°00,5' S	67°30,8' W	65°59,2' к N	75°02,0' к E
3	75°15,0' N	52°31,2' E	70°25,4' к S	133°24,0' к E
4	70°30,4' S	165°01,1' W	19°30,0' к N	55°00,8' к W
5	23°33,7' N	148°40,3' E	37°12,1' к S	56°14,0' к E
6	27°45,5' N	44°40,7' E	25°23,4' к N	52°25,8' к W
7	12°05,5' S	175°26,2' E	35°43,2' к N	47°41,5' к E
8	52°21,3' S	123°32,8' W	24°32,4' к N	81°20,4' к W
9	3°45,6' S	2°43,7' W	15°34,4' к N	36°14,1' к E
10	45°10,5' S	5°12,4' W	19° 12,0' к S	65°22,6' к E

Завдання 3. Визначити координати пункту відходу φ_1 та λ_1 , якщо корабель прибув у пункт B з координатами φ_2 та λ_2 , та відомі зроблені ним $\Delta\varphi$ і $\Delta\lambda$.

Номер варіанту	φ_2	λ_2	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
1	15°22,8' N	15°30,3' E	35°07,0' к N	22°50,4' к E
2	65°00,0' S	30°14,8' W	130°24,3' к S	7°15,0' к E
3	14°52,3' N	60° 10,0' W	15°59,8' к S	150°10,0' к E
4	9°50,5' S	157°25,0' E	25°15,8' к S	45°21,3' к W
5	52°35,5' N	32°21,2' E	68°05,0' к N	47°30,8' к W
6	23°18,3' N	45° 14,4' E	45°39,2' к N	35°52,7' к W
7	22°04,3' S	177°35,8' W	25°45,6' к N	55°02,0' к E
8	14°42,5' S	5°15,4' W	47°15,0' к S	35°32,4' к W
9	55°05,3' S	17°40,8' W	42°25,2' к S	57°41,9' к W
10	31°21,8' S	174°34,6' W	18°25,9' к S	33°23,0' к E

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОГО ГОРИЗОНТУ, ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ВОГНІВ ТА ОРІЄНТИРІВ У МОРІ

1. Основні поняття

Геометрична дальність видимості – дальність видимості об'єктів (орієнтирів), що розрахована для Землі – кулі без врахування земної рефракції.

Географічна дальність видимості – дальність видимості об'єктів для Землі – кулі з урахуванням середньої земної рефракції. Залежить від висоти e ока спостерігача, висоти h об'єкта, що спостерігається, та коефіцієнту K земної рефракції.

Оптична (реальна) дальність видимості – найбільша відстань, з якої об'єкт стає видимим оку спостерігача. Залежить від оптичних властивостей атмосфери (головним чином від її прозорості), а також від геометричних розмірів об'єкту, його забарвлення, яскравість фону та сили світла (для вогню). Розрізняють оптичну дальність видимості об'єкту (денну оптичну дальність видимості) та оптичну дальність видимості вогню (нічну оптичну дальність видимості).

Оптична дальність видимості об'єкта (предмета, споруди та ін.) – найбільша відстань, з якої видимий контраст між об'єктом та фоном стає рівним пороговій контрастності (око починає відрізняти об'єкт від фону).

Оптична дальність видимості вогня – найбільша відстань, з якої освітленість, що створюється на зіниці ока спостерігача джерелом світла, стає рівною пороговій освітленості (досягає кордону між освітленостями, що сприймаються, та освітленостями, що не сприймаються).

Метеорологічна дальність видимості – найбільша відстань, на якій при існуючій прозорості атмосфери та нормальному денному світлі губиться видимість еталонного об'єкту. Визначається спеціальними методами та приладами і повідомляється в гідрометеорологічних прогнозах.

Номінальна дальність видимості – оптична дальність видимості вогня в однорідній атмосфері при коефіцієнті прозорості атмосфери $\tau = 0,74$ (відповідає метеорологічній дальності видимості 10 миль). Наводиться в посібниках “*List of Lights and Fog Signals*” («Вогні»), може наводитись на морських навігаційних картах.

Стандартна дальність видимості – оптична дальність видимості вогня в однорідній атмосфері при коефіцієнті прозорості атмосфери $\tau = 0,8$ (відповідає метеорологічній дальності видимості 13,5 миль). Наводиться в посібниках “*List of Lights and Fog Signals*” («Вогні та знаки»), може наводитись на морських навігаційних картах.

2. Географічна дальність видимого горизонту

Визначається за формулою:

$$D_e = 2,08\sqrt{e} \quad (2.1)$$

де e – висота ока спостерігача над рівнем моря, м.

Приклади: 1) $e = 4$ м $D_e = 4,2$ миль; 2) $e = 9$ м $D_e = 6,2$ миль;
3) $e = 16$ м $D_e = 8,3$ миль; 4) $e = 25$ м $D_e = 10,4$ миль.

За формулою (2.1) складена таблиця «Географічна дальність видимого горизонту» (Додаток 1) для e від 0,25 м до 5100 м.

Фактична дальність видимого горизонту може суттєво відрізнятися від розрахованої та залежить від величини земної рефракції, прозорості атмосфери та фону неба біля горизонту в момент спостережень.

3. Географічна дальність видимості орієнтира

Географічна дальність видимості предмета (орієнтира), що має висоту над рівнем моря h , з висоти ока спостерігача над рівнем моря e складається з дальності видимого горизонту з висоти ока спостерігача D_e та дальності видимого горизонту з висоти орієнтира D_h (рис. 2.1):

$$D_{\Pi} = D_e + D_h = 2,08\sqrt{e} + 2,08\sqrt{h} = 2,08(\sqrt{e} + \sqrt{h}) \quad (2.2)$$

За формулою (2.2) складена таблиця «Географічна дальність видимості предметів» (Додаток 2) для e від 0,25 до 18 м та h від 1 до 100 м. Можна також використовувати таблицю «Географічна дальність видимого горизонту» з входом з h замість e . В англійських посібниках використовується таблиця “*Geographical Range Table*” (Додаток 3).

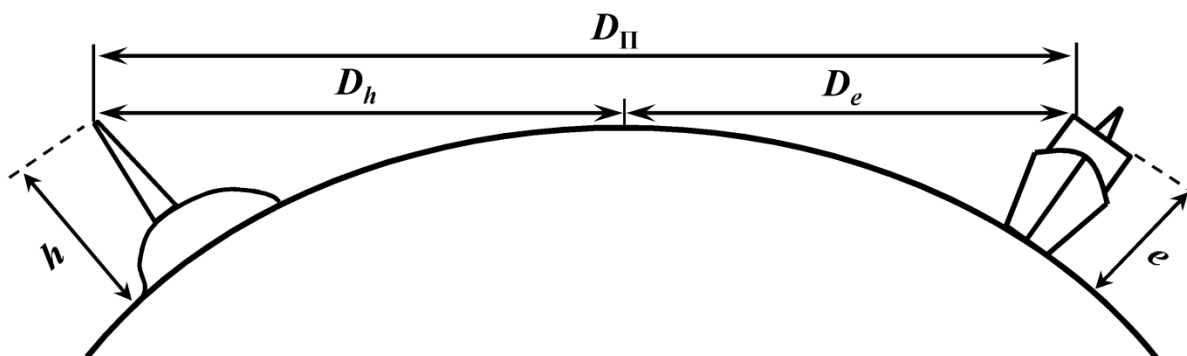


Рис. 2.1 – Географічна дальність видимості орієнтира.

На вітчизняних навігаційних картах дальність видимості орієнтирів D_K вказана з висоти ока спостерігача 5 м, на англійських – 15 футів $\approx 4,6$ м. У цих випадках географічна дальність видимості орієнтирів $D_П$ з заданої висоти ока e розраховується за формулою (рис. 2.2):

$$D_П = D_K + D_e - 4,7 \quad (2.3)$$

де $D_П$ – дальність видимості орієнтира з висоти ока e , милі;

D_K – дальність видимості орієнтира, що вказана на карті (для $e = 5$ м), милі;

4,7 – дальність видимого горизонту з висоти ока спостерігача $e_K = 5$ м, милі;

D_e – дальність видимого горизонту з заданої висоти ока e (формула (2.1)), милі.

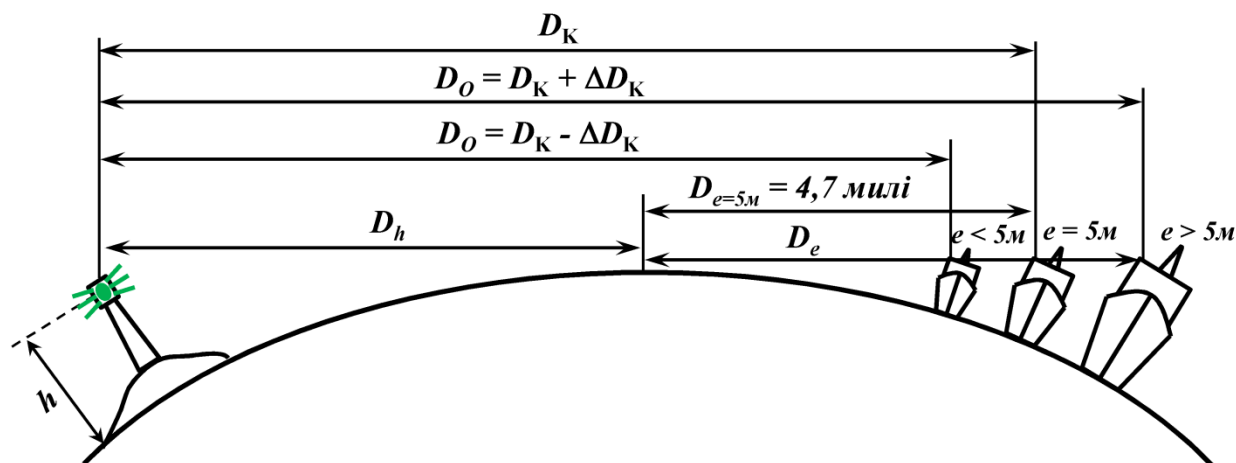


Рис. 2.2 – Географічна дальність видимості орієнтирів, вогнів з поправкою за висоту ока спостерігача.

Для визначення географічної дальності видимості орієнтирів $D_П$ призначена також спеціальна номограма, що розрахована за формулою (2.2) (Додаток 4).

Приклад 5: $e = 4$ м, $h = 30$ м, $D_{\Pi} = ?$

Розв'язання: для $e = 4$ м $D_e = 4,2$ милі;
для $h = 30$ м $D_h = 11,4$ милі;
 $D_{\Pi} = D_e + D_h = 4,2 + 11,4 = 15,6$ милі.

Приклад 6: $e = 14$ м, $D_K = 18$ миль, $D_{\Pi} = ?$

Розв'язання: $D_{\Pi} = 18 - 4,7 + 2,08\sqrt{14} = 18 - 4,7 + 2,08 \cdot 3,7 = 21,1$ милі

Приклад 7: $e = 8$ м, $h = 30$ м, $D_{\Pi} = ?$

Розв'язання: Значення $e = 4,6$ м (права шкала) та $h = 26$ м (ліва шкала) з'єднуємо прямою лінією. Точка перетину цієї лінії з середньою шкалою (D_{Π}) дасть величину 15 миль.

Висота навігаційного орієнтиру над рівнем моря вибирається з навігаційного посібника для плавання “*List of Lights and Fog Signals*” («Вогні та знаки») або вказується на навігаційній карті.

4. Дальність видимості вогнів

На морських навігаційних картах та в навігаційних посібниках дальність видимості вогня орієнтиру дається для висоти ока спостерігача над рівнем моря $e = 5$ м – на вітчизняних та 15 футів $\approx 4,6$ м – на англійських:

$$D_K = D_h + D_{e=5\text{ м}} = D_h + 4,7 \text{ милі} \quad (2.4)$$

Якщо ж дійсна висота ока спостерігача над рівнем моря відрізняється від 5 м, то для визначення дальності видимості вогня орієнтиру необхідно до дальності, що вказана на карті або в посібнику, додати (якщо $e > 5$ м), або відняти (якщо $e < 5$ м) поправку до дальності видимості вогня за висоту ока ΔD_K (рис. 2.2):

$$D_O = D_K + \Delta D_K = D_K + (2,08\sqrt{e} - 4,7) \quad (2.5)$$

$$\Delta D_K = 2,08\sqrt{e} - 4,7 \text{ мили} \quad (2.6)$$

Приклад 8: $D_K = 20$ миль, $e = 9$ м, $D_O = ?$

Розв'язання: $\Delta D_K = 2,08 \cdot \sqrt{9} - 4,7 = 6,24 - 4,7 = 1,54 \approx 1,5$ милі
тоді: $D_O = D_K + \Delta D_K = 20,0 + 1,5 = 21,5$ милі

Відповідь: $D_0 = 21,5$ миль.

При визначенні географічної дальності видимості не враховується інтенсивність (потужність) вогню і стан атмосфери в момент спостережень.

Прозорість атмосфери характеризується метеорологічною видимістю в морських милях. На сучасних картах та в описах вогнів наводиться номінальна дальність видимості вогнів для метеорологічної видимості 10 миль (коефіцієнт прозорості атмосфери $\tau = 0,74$). Якщо метеорологічна видимість у конкретному випадку буде більше або менше номінальної, то реальна оптична дальність виявлення вогню може бути отримана за допомогою Номограми оптичної дальності видимості ("*Luminous Range Diagram*") (Додаток 5).

Для розрахунку дальності, з якої відкриється або закриється вогонь маяка, необхідно:

- 1) отримати оптичну дальність видимості $D_{\text{опт}}$ цього маяка за номограмою;
- 2) розрахувати його географічну дальність видимості $D_{\text{п}}$ за формулами (2.2) або (2.3);
- 3) меншу з цих дальностей прийняти за дальність відкриття вогню.

Вхід у номограму здійснюється за:

- 1) номінальною дальністю видимості $D_{\text{ном}}$ (верхня горизонтальна шкала номограми),
- 2) стандартною дальністю видимості $D_{\text{ст}}$ (нижня горизонтальна шкала номограми), або
- 3) силою світла $I_{\text{кд}}$ (шкала під номограмою).

На номограмі в англійських посібниках присутні тільки шкали (1) та (3).

Від входу вертикальна лінія проводиться до перетину з кривою метеорологічної дальності видимості J , далі горизонтальна лінія проводиться до лівої або правої рамки номограми, які і є шкалою оптичної дальності видимості $D_{\text{опт}}$.

При роботі з номограмою треба дуже уважно знаходити вхідні дані по шкалах номінальної та стандартної дальності видимості та шкалі сили світла, оскільки вони поділені нерівномірно, особливо шкала сили світла.

Приклад 9. Висота ока спостерігача $e = 11$ м; дальність видимості вогня, що вказана на карті $D_{\text{к}} = 16$ миль. Номінальна дальність видимості з навігаційного посібника «Вогні та знаки» $D_{\text{ном}} = 14$ миль. Метеорологічна дальність видимості за прогнозом: $J = 17$ миль. Визначити відстань, з якої можна очікувати відкриття вогня маяка.

Розв'язання:

- 1) За номограмою $D_{\text{опт}} \approx 19,5$ миль.

$$\begin{array}{rcl}
 2) \quad e = 11 \text{ м} \rightarrow & D_e = 6,9 \text{ милі} & \\
 & - & \\
 & D_5 = 4,7 \text{ милі} & \\
 & \hline
 & \Delta D_K = +2,2 \text{ милі} & \\
 & + & \\
 & D_K = 16,0 \text{ миль} & \\
 & \hline
 & D_{\Pi} = 18,2 \text{ милі} &
 \end{array}$$

3) *Відповідь.* Вогонь маяка відкриється з відстані 18,2 милі, оскільки $D_{\Pi} < D_{\text{Опт.}}$.

5. Завдання

Завдання 1. Розрахувати за формулою та перевірити по таблиці і номограмі (Додатки 2 – 4) географічну дальність видимості орієнтиру висотою h , м, якщо висота ока спостерігача e , м.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e , м	12	17	9	14	3	10	15	18	7	19
h , м	72	37	41	23	58	24	50	46	26	105

Завдання 2. Визначити географічну дальність видимості орієнтира D_{Π} , якщо на карті вказана D_K , а висота ока спостерігача e , м.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_K , милі	15	18	22	21	12	13	8	14	24	10
e , м	3	20	21	31	22	16	4	18	21	24

Завдання 3. Визначити постійну поправку за висоту ока, якщо висота ока спостерігача e , м.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e , м	13	2	19	8	17	12	34	21	26	15

Завдання 4. Визначити, з якої відстані відкриється (закриється) вогонь маяку для спостерігача з висотою ока e , якщо географічна дальність видимості вогня, що вказана на карті, D_K , а метеорологічна дальність видимості J миль. Номінальна дальність видимості $D_{\text{НОМ}}$ (або стандартна – $D_{\text{СТ}}$, або сила світла $I_{\text{КД}}$ в канделах – згідно варіанту) вибрані з навігаційних посібників.

Номер варіанту	e , м	D_K , милі	J , милі	$D_{\text{НОМ}}$, милі	$D_{\text{СТ}}$, милі	$I_{\text{КД}}$, кД
1	2	11	5	12	-	-
2	8	15	10	-	17	-
3	12	17	15	16	-	-
4	16	18	7,5	-	-	1 500 000
5	21	17	10	-	12	-
6	19	8	7,5	14	-	-
7	15	23	12	18	-	-
8	20	12	14	11	-	-
9	16	7	5	12	-	-
10	23	17	12	-	-	1 000 000

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКІВ У МОРІ

1. Основні поняття та визначення

Для визначення напрямків в площині істинного горизонту спостерігача використовуються чотири системи поділу горизонту – системи рахування напрямів (*кругова, півкругова, четвертна, румбова*).

Кругова система є основною системою рахунку напрямів у морі. В цій системі горизонт поділяється на 360° (рис. 3.1) і рахування напрямів ведеться від 0° до 360° від північної частини істинного меридіану спостерігача N_1 праворуч, за ходом годинникової стрілки.

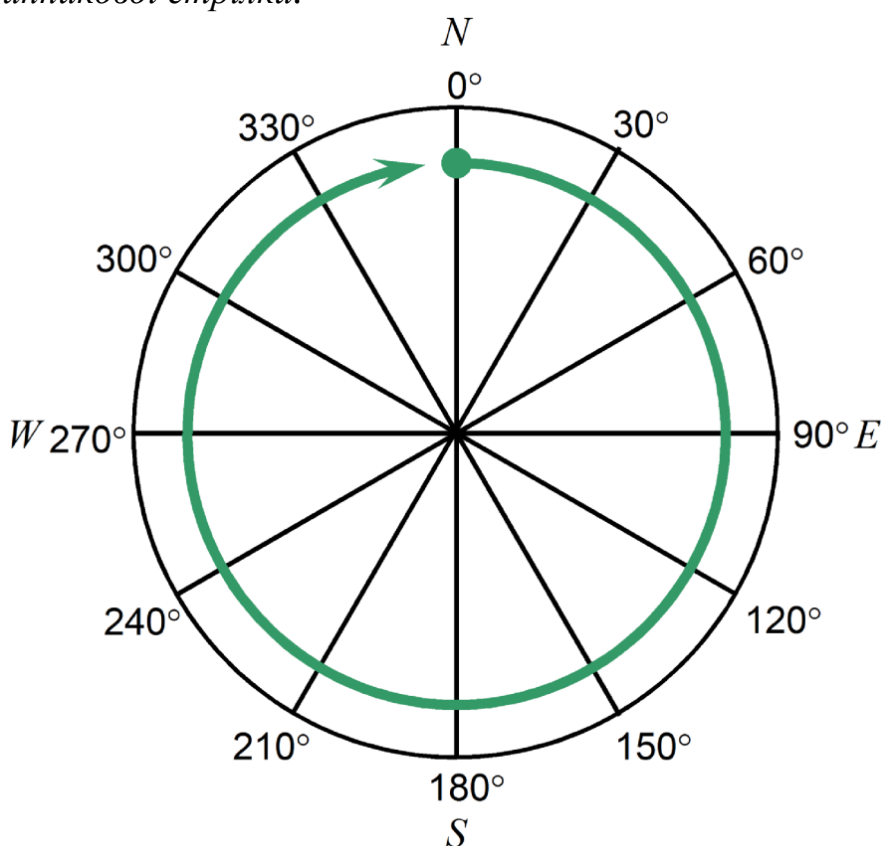


Рис. 3.1 – Кругова система поділу горизонту.

Негативних значень система не передбачає. Форма запису: $106,5^\circ$. Якщо під час розрахунків напрямів буде отримано значення більше 360° (наприклад, 390°), то від результату слід відняти 360° (тобто одне повне коло: $390^\circ - 360^\circ = 30^\circ$).

Кругова система використовується в кораблеводінні для визначення напрямку руху корабля (*курс*) та визначення напрямку з корабля на берегові орієнтири, інші кораблі і т. д. (*пеленг*).

В півкруговій системі (рис. 3.2) рахування напрямів ведеться від північної або південної частини істинного меридіану спостерігача в бік сходу *E* або заходу *W* в інтервалі від 0° до 180° .

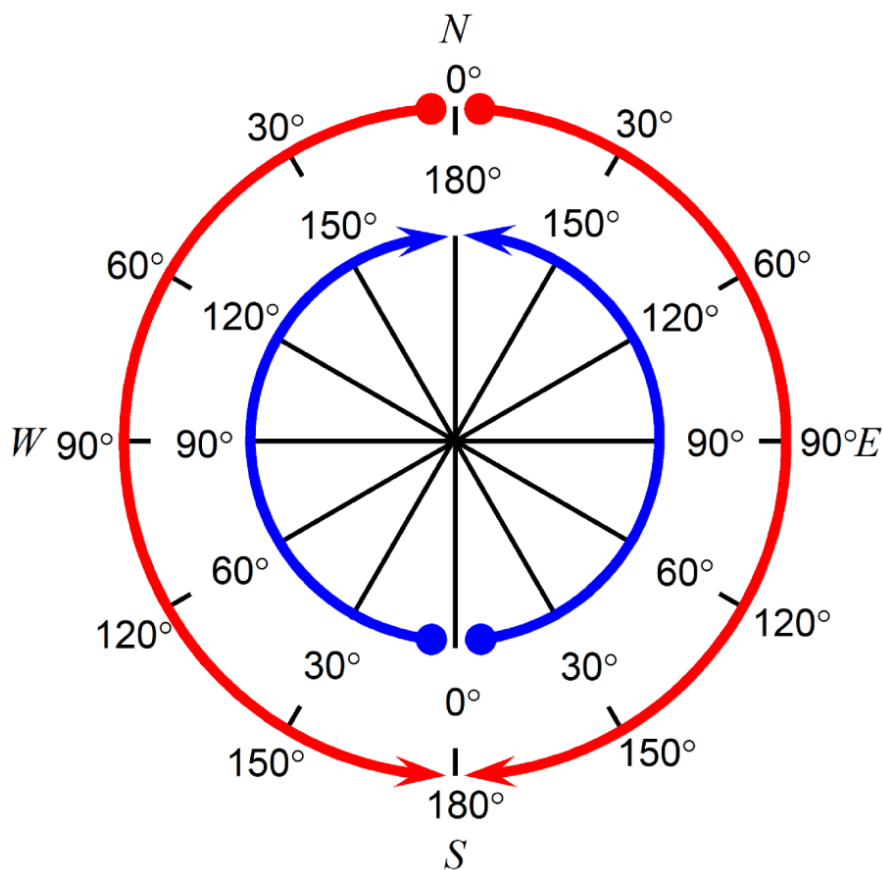


Рис. 3.2 – Півкругова система поділу горизонту.

Для виключення багатозначності у півкруговій системі чисельному значенню напрямку дається найменування:

- перша літера – від якої частини істинного меридіану спостерігача (*N* або *S*) ведеться рахування;
- цифра – значення кута в градусах;
- друга літера – в якому напрямку ведеться рахування (до *E* або до *W*).

Приклад 1 (рис. 3.3): N 45°E (точка 1, рис. 3.3а); N 105°W (точка 2, рис. 3.3а); S 45°W (точка 3, рис. 3.3б); S 135°E (точка 4, рис. 3.3б).

Півкругова система поділу горизонту зазвичай вживається при визначенні курсових кутів (в цьому випадку відлік ведеться від носової частини ДП корабля), в астронавігації – для позначення азимутів світил.

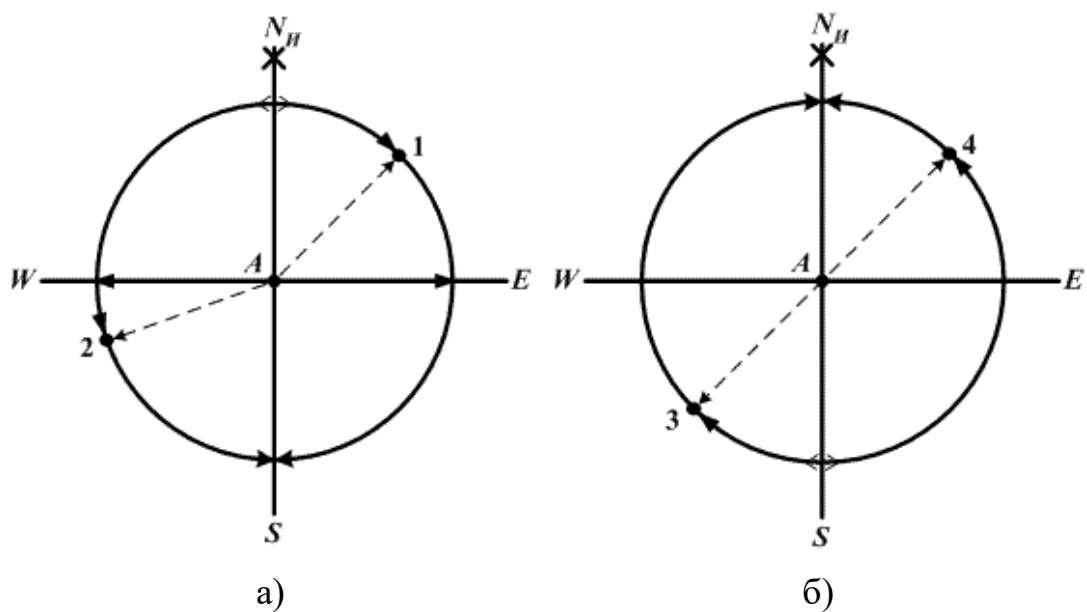


Рис. 3.3 – Найменування напрямів в півкруговій системі.

В четвертній системі (рис. 3.4) рахування напрямів ведеться від північної (N) та південної (S) частин істинного меридіану спостерігача в бік сходу (E) та в бік заходу (W) в інтервалі від 0° до 90° .

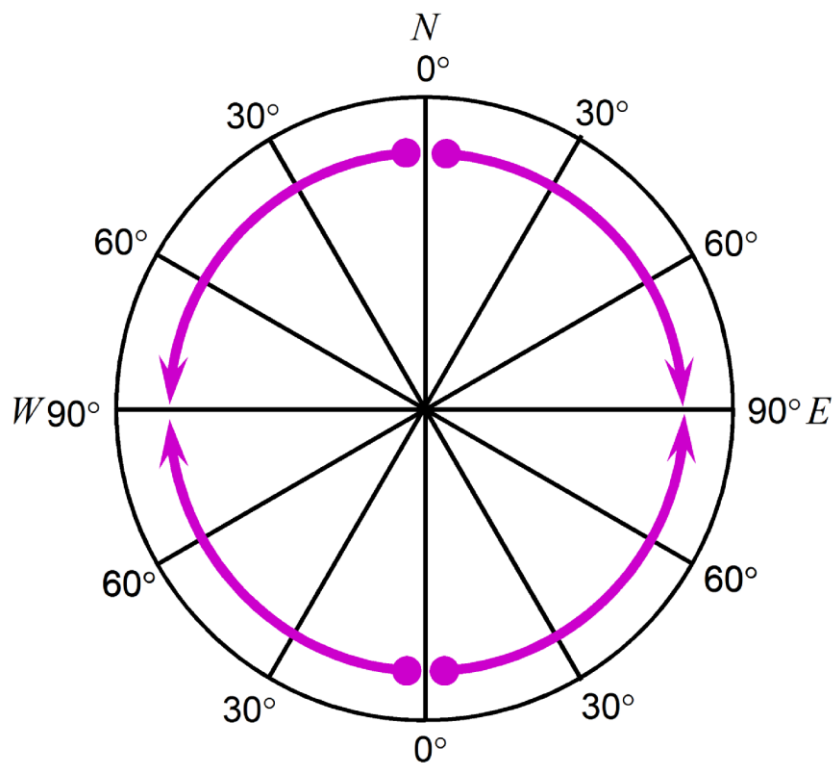


Рис. 3.4 – Четвертна система поділу горизонту.

При запису четвертних напрямів вказується найменування чверті, в якій цей напрям знаходиться.

Приклад 2 (рис. 3.5): $10^{\circ}NE$ (точка 1); $10^{\circ}SE$ (точка 2); $30^{\circ}SW$ (точка 3); $70^{\circ}NW$ (точка 4).

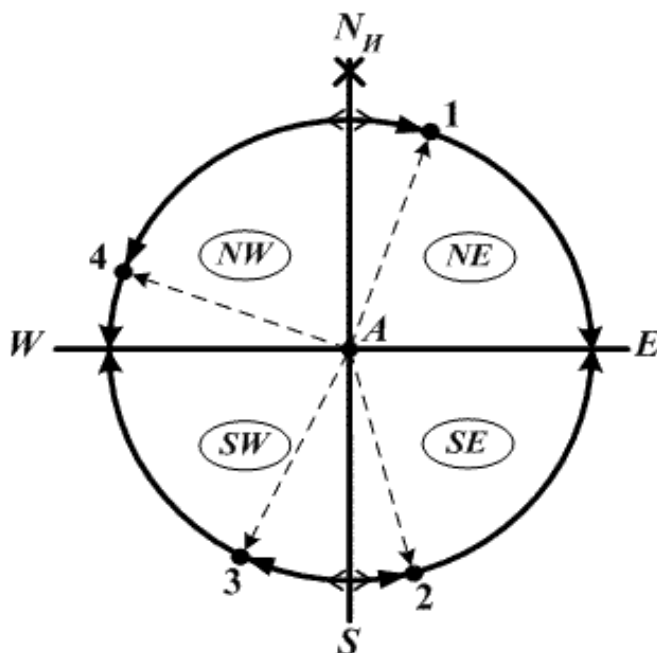


Рис. 3.5 – Найменування напрямів у четвертній системі.

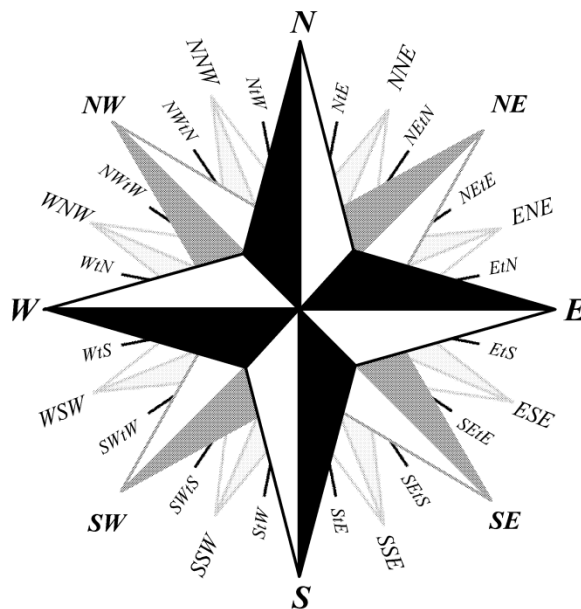
Четвертна система рахунку напрямів вживається в гідрометеорології, а також для розв'язання деяких навігаційних та астрономічних завдань (наприклад, розв'язання паралактичних трикутників, та ін.).

Румбова система рахунку була основною системою рахунку напрямів у часи вітрильного флоту. В цій системі горизонт спостерігача поділений на 32 румби, які мають відповідні номери та найменування (рис. 3.6). 1 румб = $11,25^{\circ}$ (рис. 3.7) ($11,25^{\circ} \times 32 = 360^{\circ}$).

Напрями N, S, E и W носять назву *головних* напрямів, NE, SE, NW та SW – *четвертних*, останні 24 – *проміжних*. Парні проміжні румби мають найменування від найближчих головного та четвертного румбів: NNW, WSW, ESE й т. д. В найменування непарних проміжних румбів входить голландський префікс «тен» (*ten*), що означає «до», наприклад: NtE читається «норд-тен-ост» і означає, що напрям N «зміщений» на один румб до E.

Румбова система вживається для позначення напрямів вітру, течії та хвилювання, руху циклонів та антициклонів і т.д.

Номер румбу	Число градусів	Найменування
16	$348\frac{3}{4}^{\circ}$	<i>NtW</i>
17	$337\frac{1}{2}^{\circ}$	<i>NNW</i>
18	$326\frac{1}{4}^{\circ}$	<i>NWtN</i>
19	315°	<i>NW</i>
20	$303\frac{3}{4}^{\circ}$	<i>NWtW</i>
21	$292\frac{1}{2}^{\circ}$	<i>WNW</i>
22	$281\frac{1}{4}^{\circ}$	<i>WtN</i>
23	270°	<i>W</i>
24	$258\frac{3}{4}^{\circ}$	<i>WtS</i>
25	$247\frac{1}{2}^{\circ}$	<i>WSW</i>
26	$236\frac{1}{4}^{\circ}$	<i>SWtW</i>
27	225°	<i>SW</i>
28	$213\frac{3}{4}^{\circ}$	<i>SWtS</i>
29	$202\frac{1}{2}^{\circ}$	<i>SSW</i>
30	$191\frac{1}{4}^{\circ}$	<i>StW</i>
31	180°	<i>S</i>



Найменування	Число градусів	Номер румбу
<i>N</i>	0°	0/32
<i>NtE</i>	$11\frac{1}{4}^{\circ}$	1
<i>NNE</i>	$22\frac{1}{2}^{\circ}$	2
<i>NEtN</i>	$33\frac{3}{4}^{\circ}$	3
<i>NE</i>	45°	4
<i>NEtE</i>	$56\frac{1}{4}^{\circ}$	5
<i>ENE</i>	$67\frac{1}{2}^{\circ}$	6
<i>EtN</i>	$78\frac{3}{4}^{\circ}$	7
<i>E</i>	90°	8
<i>EtS</i>	$101\frac{1}{4}^{\circ}$	9
<i>ESE</i>	$112\frac{1}{2}^{\circ}$	10
<i>SEtE</i>	$123\frac{3}{4}^{\circ}$	11
<i>SE</i>	135°	12
<i>SEtS</i>	$146\frac{1}{4}^{\circ}$	13
<i>SSE</i>	$157\frac{1}{2}^{\circ}$	14
<i>StE</i>	$168\frac{3}{4}^{\circ}$	15

Рис. 3.6 – Румбова система поділу горизонту.

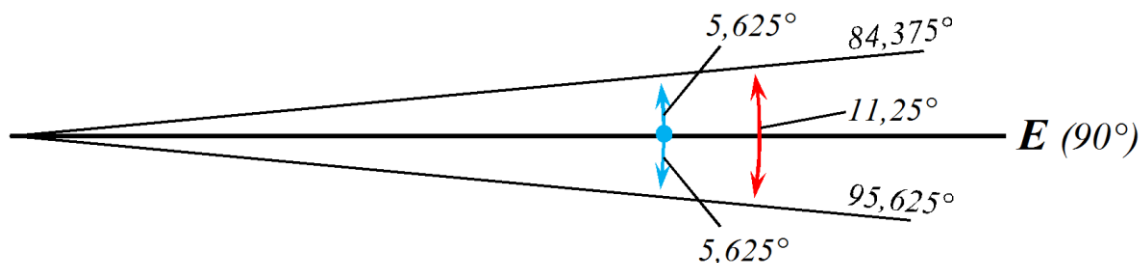


Рис. 3.7 – Румб.

2. Перехід від півкугової системи до кругової

Правила переходу від півкугової системи поділу до кругової (рис. 3.3):

- 1) Якщо найменування напрямку включає *N...E* (точка 1) – залишити чисельне значення напрямку (на рис. 3.3 – 45°) без змін, відкинути літери.
- 2) Якщо найменування напрямку включає *N...W* (точка 2) – від 360° відняти чисельне значення напрямку ($360^{\circ} - 105^{\circ} = 255^{\circ}$), відкинути літери.
- 3) Якщо найменування напрямку включає *S...W* (точка 3) – до 180° додати чисельне значення напрямку ($180^{\circ} + 45^{\circ} = 225^{\circ}$), відкинути літери.
- 4) Якщо найменування напрямку включає *S...E* (точка 4) – від 180° відняти чисельне значення напрямку ($180^{\circ} - 135^{\circ} = 45^{\circ}$), відкинути літери.

Приклад 3: Перевести:

- а) з півкрової системи в кругову: $N 130^\circ E$ та $S 50^\circ E$;
- б) з кругової системи в півкровоу: 320° .

Розв'язання:

- а) $N 130^\circ E = S 50^\circ E = 130^\circ$;
- б) $320^\circ = N 40^\circ W = S 140^\circ W$.

3. Перехід від четвертної системи до кругової та назад

При переході від четвертної системи до кругової (рис. 3.5):

- 1) якщо напрям знаходиться в NE чверті – чисельне значення напрямку залишається без змін (10° , точка 1);
- 2) якщо напрям знаходиться в SE чверті – чисельне значення напрямку віднімається від 180° (170° , точка 2);
- 3) якщо напрям знаходиться в SW чверті – до чисельного значення напрямку додається 180° (210° , точка 3);
- 4) якщо напрям знаходиться в NW чверті – чисельне значення напрямку віднімається від 360° (290° , точка 4).

Найменування чверті відкидається.

Приклад 4: Перевести з четвертної системи в кругову: $NE 45^\circ$, $SE 30^\circ$, $SW 27^\circ$, $NW 50^\circ$.

Розв'язання: Напрямок $NE 45^\circ$ відповідає 45° , $SE 30^\circ = 150^\circ$, $SW 27^\circ = 207^\circ$, $NW 50^\circ = 310^\circ$.

При переході від кругової системи до четвертної:

- 1) при напрямі від 0° до 90° його значення не змінюється і йому додається найменування NE ;
- 2) при напрямі від 90° до 180° його величина віднімається від 180° та додається найменування SE ;
- 3) при напрямі від 180° до 270° від його величини віднімається 180° та додається найменування SW ;
- 4) при напрямі від 270° до 360° його величина віднімається від 360° та додається найменування NW .

Приклад 5: Перевести з кругової системи у четвертну: 30° , 160° , 220° , 325° .

Розв'язання: Напрямок 30° відповідає $NE 30^\circ$, $160^\circ = SE 20^\circ$, $220^\circ = SW 40^\circ$, $325^\circ = NW 35^\circ$.

4. Перехід від напрямів в румбах до напрямів у круговій системі

Для переходу від румбової системи до кругової системи та від кругової до румбової використовується таблиця, що наведена на рис. 3.6. Якщо вказано номер румбу, потрібно номер румбу помножити на величину одного румбу ($11,25^\circ$).

Приклад 6.

Румб WtN перевести у кругову, а потім у четвертну системи.

Розв'язання.

$$WtN = 7 \times 11,25^\circ = NW 78,75^\circ;$$

$$NW 78,75 = 360 - 78,75 = 281,25^\circ.$$

Приклад 7.

Перевести напрям ESE у кругову, півкругову та четвертну системи поділу горизонту.

Розв'язання.

Румбова система	Четвертна система	Півкругова система	Кругова система
ESE	$SE 67,5^\circ$	$S 67,5^\circ E =$ $N 112,5^\circ E$	$112,5^\circ$

5. Завдання

Завдання 1. Перевести в кругову систему:

Номер варіанту									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NtE	NNE	NEtN	NEtE	ENE	EtN	EtS	ESE	SEtE	SEtS
$20^\circ SE$	$30^\circ SW$	$30^\circ SE$	$20^\circ NW$	$40^\circ SE$	$40^\circ SW$	$30^\circ NW$	$50^\circ SE$	$50^\circ SW$	$40^\circ NW$
$N10^\circ W$	$S10^\circ E$	$S10^\circ W$	$N20^\circ W$	$S20^\circ E$	$S20^\circ W$	$N30^\circ W$	$S30^\circ E$	$S30^\circ W$	$N40^\circ W$

Задание 2. Перевести з кругової в інші системи:

Номер варіанту									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
319°	17°	289°	43°	247°	71°	178°	96°	348°	112°

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

МАГНІТНЕ СХИЛЕННЯ. ДЕВІАЦІЯ МАГНІТНОГО КОМПАСУ. ПОПРАВКА КОМПАСУ.

1. Магнітне схилення

Кут в площині істинного горизонту спостерігача між північною частиною істинного та північною частиною магнітного меридіанів називається *магнітним схиленням* і позначається як d .

Магнітне схилення відраховується від N_i у бік сходу (E) або заходу (W) від 0° до 180° .

Якщо магнітний меридіан (N_m) відхилений в бік сходу (до E) від істинного меридіану, магнітне схилення вважається *східним* і під час навігаційних розрахунків використовується зі знаком «+».

Якщо магнітний меридіан (N_m) відхилений в бік заходу (до W) від істинного меридіану, магнітне схилення вважається *західним* і під час навігаційних розрахунків має знак «-».

Величина зміни магнітного схилення за один рік носить назву *річна зміна магнітного схилення* й складає, в середньому, від $0,0^\circ$ до $0,2^\circ$.

Інформація про магнітне схилення для цілей кораблеводіння (його величина, найменування, річна зміна, до якого року приведене) наводяться на МНК (в її заголовку, в «картушках»).

Якщо магнітне схилення в різних районах карти різне, то інформація про нього наводиться або в «картушках» істинних напрямів або на вільних ділянках карти.

На МНК річна зміна магнітного схилення може бути вказана наступними способами:

- 1) з вказанням сторони світу, наприклад: «Річна зміна $0,02^\circ E$ »;
- 2) з вказанням збільшення або зменшення, наприклад: «Річне збільшення $1'$ »;
- 3) на англійських картах річна зміна вказується у дужках після величини магнітного схилення та року, для якого воно наведене: $5^\circ 00'E 2016 (6'E)$.

У разі використання у якості курсовказівника магнітного компасу необхідно зробити приведення магнітного схилення до року плавання (d_t). Щоб визначити сумарну зміну магнітного схилення (Δd_C) в районі плавання, потрібно знайти кількість років, що пройшли від року, до якого схилення віднесено на карті (d_K), до року плавання (Δt), яку потім помножити на абсолютну величину річної зміни схилення (без урахування напрямку зміни – E або W) (Δd). У випадку

річного збільшення сумарна зміна додається до d_K , у випадку зменшення – віднімається:

$$\Delta t = \text{рік плавання} - \text{рік схилення на карті} \quad (4.1)$$

$$d_t = d_K \pm \Delta d \cdot \Delta t. \quad (4.2)$$

З геометричної точки зору «збільшення» магнітного схилення означає щорічне збільшення початкового кута між істинним та магнітним меридіанами (магнітний меридіан віддаляється від істинного) (рис. 4.1). «Зменшення» магнітного схилення означає щорічне зменшення початкового кута між істинним та магнітним меридіанами (магнітний меридіан наближається до істинного меридіану).

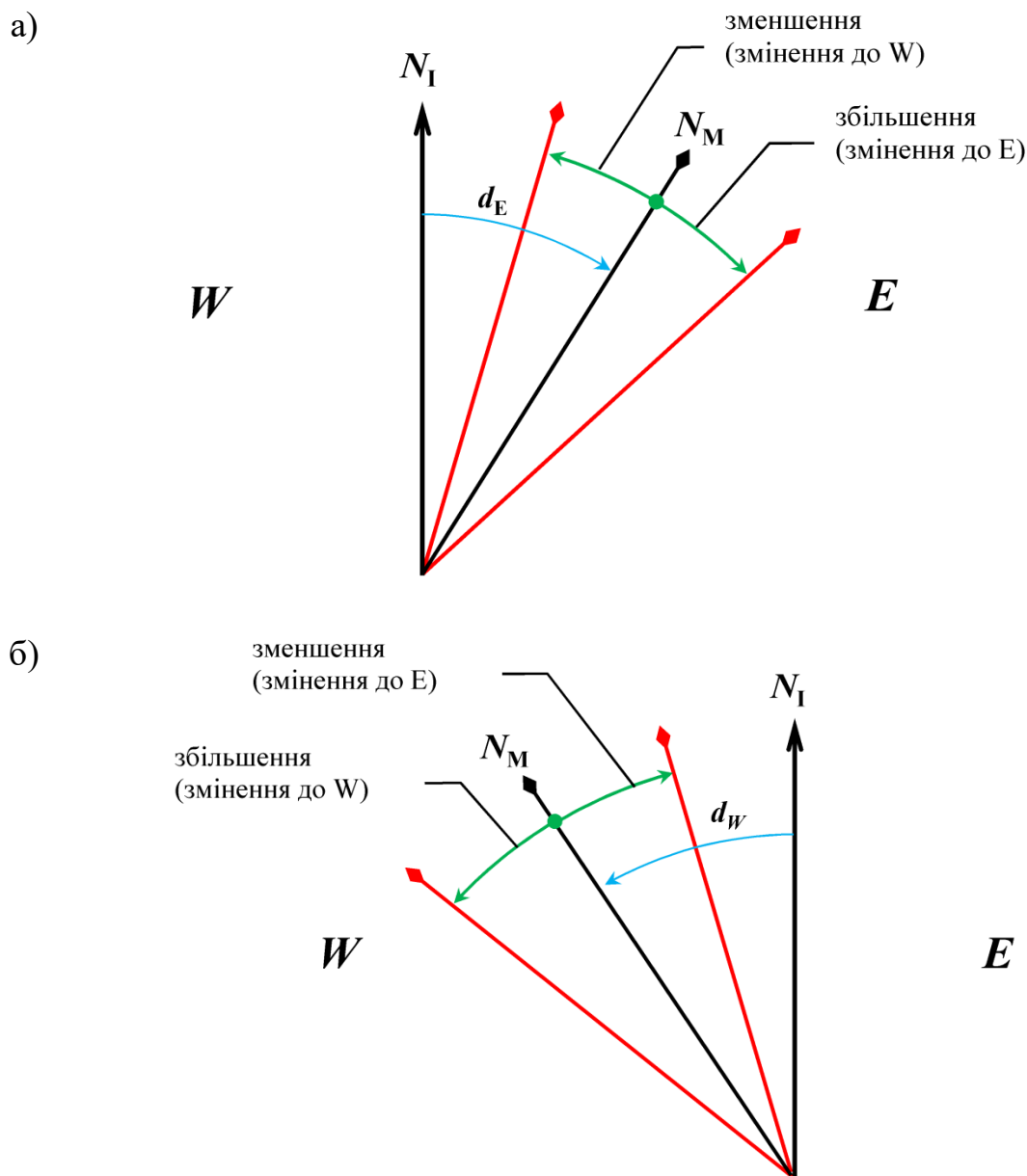


Рис. 4.1 – Геометричний сенс зміни магнітного схилення (а – у випадку східного схилення, б – у випадку західного).

1. У разі, якщо річна зміна на карті вказана зі стороною світу:
 - якщо напрями магнітного схилення d і річної зміни схилення Δd співпадають (обидва східні або обидва західні), величина сумарної зміни схилення Δd_C додається до величини магнітного схилення d_K ;
 - якщо напрями магнітного схилення d і річної зміни схилення Δd не співпадають, величина сумарної зміни схилення Δd_C віднімається від величини магнітного схилення d_K .
2. Якщо річна зміна на карті вказана як «збільшення» або «зменшення»:
 - у разі «збільшення» – величина сумарної зміни схилення Δd_C додається до величини магнітного схилення d_K ;
 - у разі «зменшення» – величина сумарної зміни схилення Δd_C віднімається від величини магнітного схилення d_K .

При зменшенні магнітного схилення, якщо чисельне значення сумарної зміни магнітного схилення більше, ніж початкове значення схилення, то магнітний меридіан «переходить» в іншу півкулю і магнітне схилення змінює найменування (рис. 4.2).

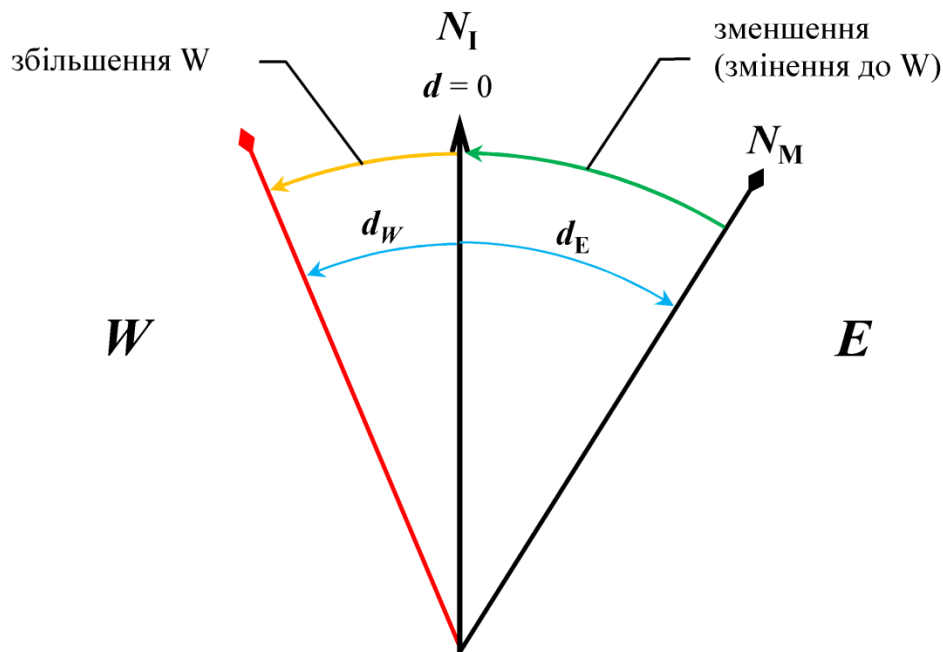


Рис. 4.2 – Зміна величини схилення більше, ніж початкове (d_E); магнітне схилення змінює найменування (стає d_W).

Приклад 1: На карті магнітне схилення віднесене до 1995 р. $d_{95} = 0,8^\circ W$, річне зменшення $\Delta d = 0,2^\circ$. Визначити схилення у 2002 р.

Розв'язання:

$$\Delta t = 2002 - 1995 = 7 \text{ років};$$

$$d_{02} = |d_{95}| - \Delta d \cdot \Delta t = |0,8^\circ| - 0,2^\circ \cdot 7 = +0,6^\circ = 0,6^\circ E,$$

тобто західне магнітне схилення, щорічно зменшуючись на $0,2^\circ$, дійшло до 0° , а потім змінило найменування на східне (рис. 4.3).

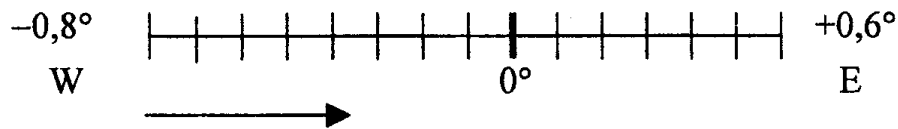


Рис. 4.3 – Варіант графічного розв’язання прикладу 1.

Приклад 2: На карті магнітне схилення $d = 0,5^\circ$ E віднесене до 1998 р., річна зміна $\Delta d = 0,1^\circ$ до W. Визначити схилення у 2002 р.

Розв’язання:

$$\Delta t = 2002 - 1998 = 4 \text{ роки};$$

$$d_{02} = d_{98} - \Delta d \cdot \Delta t = +0,5^\circ - 0,1^\circ \cdot 4 = +0,1^\circ = 0,1^\circ \text{ E.}$$

2. Девіація магнітного компасу

Площина компасного меридіану – вертикальна площина, що проходить через стрілку магнітного компасу, встановленого на кораблі, і перпендикулярна площині істинного горизонту спостерігача.

Компасний меридіан ($N_K - S_K$) – лінія перетину площини компасного меридіану площиною істинного горизонту спостерігача.

Девіація магнітного компасу δ – кут в площині істинного горизонту спостерігача між північними частинами магнітного та компасного меридіанів.

Девіація магнітного компасу відраховується від північної частини магнітного меридіану до E або до W від 0° до 180° .

Під час навігаційних розрахунків *східну* (E) девіацію вважають позитивною («+»), а *західну* (W) – негативною («-»).

Зазвичай, 2 рази на рік, після ремонту, доковання, відстою і т. ін. за спеціальною методикою «знищуються» усі види девіації (магнітна, електромагнітна, кренова), після чого визначається залишкова девіація та оформлюється у вигляді графіку і таблиці (Додаток 6).

Девіація магнітного компасу вибирається з таблиці девіації, що повинна бути на кожному кораблі (судні) для кожного магнітного компасу, за заданим значенням компасного курсу (KK_{MK}).

Якщо є необхідність розрахувати компасний курс для плавання за заданим (прокладеним на карті) істинним курсом (IK), то з таблиці вибирається приблизне значення девіації по магнітному курсу (МК), який розраховується за алгебраїчною формулою $МК = IK - d$.

Таблиця девіації складена з кроком лінійної інтерполяції (як правило) в 10° (іноді 15°). Вибір девіації з таблиці девіації для KK_{MK} , що не кратні 10° , проводиться шляхом інтерполяції найближчих табличних значень KK .

Приклад 3: Визначити δ з Таблиці девіації № 1 (Додаток 6) для $KK_{MK} = 126,0^\circ$.

Розв'язання: Таблиця девіації складена для цілих значень компасних курсів з інтервалом 10° .

1) Визначаємо девіацію для найближчих табличних значень KK :

для $KK = 120^\circ$, $\delta = -4,0^\circ$;

для $KK = 130^\circ$, $\delta = -4,3^\circ$.

2) При зміні KK на 10° зміна девіації складає:

$4,3^\circ - 4,0^\circ = 0,3^\circ$,

отже, для зміни KK на 1° вона складе:

$0,3/10 = 0,03^\circ$.

3) Різниця заданого $KK = 126,0^\circ$ з попереднім табличним значенням $KK = 120,0^\circ$ складає:

$126,0^\circ - 120,0^\circ = 6^\circ$.

4) Помноживши величину зміни девіації на один градус KK ($0,03^\circ$) на 6° , отримаємо поправку до табличної девіації ($-4,0^\circ$) для заданого $KK = 126,0^\circ$:

$0,03^\circ \times 6^\circ = 0,18^\circ \approx 0,2^\circ$.

5) Оскільки абсолютне значення девіації збільшується (від $4,0^\circ$ для $KK = 120,0^\circ$ до $4,3^\circ$ для $KK = 130,0^\circ$), до табличного значення девіації для $KK = 120,0^\circ$ додаємо поправку $0,2^\circ$ і отримуємо значення девіації для заданого $KK = 126,0^\circ$:

$4,0^\circ + 0,2^\circ = 4,2^\circ$.

Враховуючи, що знак девіації не змінюється, для $KK = 126,0^\circ$ девіація складе $\delta = -4,2^\circ$.

Відповідь: $\delta = -4,2^\circ$.

3. Поправка магнітного компаса

Поправка магнітного компаса ΔMK – відхилення компасного меридіану на кораблі від істинного меридіану. Розраховується як алгебраїчна сума магнітного схилення та девіації магнітного компаса:

$$\Delta MK = d + \delta \quad (4.3)$$

Приклад 3: Розрахувати ΔMK , якщо $d = 3,5^\circ E$, а $\delta = -5,5^\circ$.

Розв'язання:

$$\begin{array}{rcl} + d & = & + 3,5^\circ \\ \delta & = & - 5,5^\circ \\ \hline \Delta MK & = & - 2,0^\circ \end{array}$$

Відповідь: $\Delta MK = - 2,0^\circ$.

Магнітне схилення d змінюється з часом та зі зміною координат корабля, але його значення на заданий момент (рік плавання) та для даного району плавання можна завжди розрахувати за даними морської навігаційної карти. Девіація магнітного компаса δ змінюється зі зміною курсу корабля, положення поворотних та висувних пристроїв корабля та з інших причин. Тому визначення поправки магнітного компаса – це фактично визначення його δ .

Визначення δ та ΔMK по пеленгу створа проводиться за формулами:

$$\Delta MK = \Pi - КП , \quad (4.4)$$

$$\delta = \Delta MK - d . \quad (4.5)$$

Приклад 4: $\Pi = 30^\circ$; $КП = 38,5^\circ$; $d = 5,5^\circ \text{ W}$. Розрахувати ΔMK , δ .

Розв'язання:

$$\Delta MK = 30^\circ - 38,5^\circ = - 8,5^\circ;$$

$$\delta = - 8,5^\circ - (-5,5^\circ) = -3,0^\circ.$$

Звіренням компасів називається одночасне зняття їх відліків, а також різниця їх відліків. Метод звірення компасів (курсів) вживається для визначення або уточнення девіації шляхового магнітного компасу, а також для визначення або уточнення поправок компасів.

Визначення ΔMK та δ звіренням курсів проводиться за формулами:

$$\Delta MK_{\Pi} = \Delta MK_{ГЛ} + (KK_{ГЛ} - KK_{\Pi}), \quad (4.6)$$

$$\delta_{\Pi} = \delta_{ГЛ} + (KK_{ГЛ} - KK_{\Pi}), \quad (4.7)$$

де ΔMK_{Π} – поправка шляхового магнітного компасу;

$\Delta MK_{ГЛ}$ – поправка головного магнітного компасу;

δ_{Π} – значення девіації шляхового магнітного компаса;

$\delta_{ГЛ}$ – значення девіації головного магнітного компаса;

$KK_{ГЛ}$ – компасний курс по головному магнітному компасу;

KK_{Π} – компасний курс по шляховому магнітному компасу.

Приклад 5: Визначити поправку шляхового магнітного компасу звіренням курсів з головним магнітним компасом, якщо $KK_{ГЛ} = 59^\circ$; $KK_{П} = 62^\circ$; $\Delta MK_{ГЛ} = +4,0^\circ$.

Розв'язання: $\Delta MK_{П} = (+4,0^\circ) + (59^\circ - 62^\circ) = +1,0^\circ$.

Приклад 6: Визначити девіацію шляхового магнітного компасу $\delta_{П}$ на курсі $KK_{П} = 265^\circ$, якщо $KK_{ГЛ} = 259^\circ$, $\delta_{ГЛ} = +3,0^\circ$.

Розв'язання: $\delta_{П} = (+3,0^\circ) + (259^\circ - 265^\circ) = -3,0^\circ$.

Магнітний компас був першим в історії мореплавства приладом для орієнтування в морі за напрямом. Його переваги: негайна готовність до роботи; простота устрою; відносна дешевизна виробництва; висока надійність та довговічність. Джерелами похибок магнітного компасу є: неточне знання елементів земного магнетизму; нестабільність корабельного (суднового) магнітного та електромагнітного полів; прискорення, що виникають у магнітній системі компасу під час хитавиці, зміни курсу та швидкості; тертя в підвісі магнітної системи.

І хоч його наявність на кораблі обов'язкова, магнітний компас наразі використовується як резервний курсовказівник.

4. Поправки гіроскопічних курсовказівників

Наразі основними приладами курсовказання є гіроскопічні: гірокомпас, гіроазимут, гіроазимут-горизонт і т. ін.

Основою всіх гіроскопічних курсовказівників є гіроскоп (тверде тіло, що швидко обертається), а робота цих курсовказівників базується на властивості гіроскопа зберігати незмінним напрям вісі обертання в просторі у відсутності дії моментів зовнішніх сил. Головна вісь гіроскопу, якщо її відхилити від меридіану, з часом буде поворачиватися відносно центра підвісу у бік меридіану та через якійсь час «прийде до меридіану».

Головна вісь чутливого елементу працюючого ГК на кораблі, що рухається, внаслідок наявності *динамічних похибок* (швидкісна, інерційна, похибка від хитавиці) та *статичних похибок* (тертя у підвісах гіромоторів; нестабільність швидкості обертання роторів гідромоторів; неточне встановлення основного приладу у ДП; дія магнітних полів) відхиляється від площини істинного меридіану на деякий кут та встановлюється у площині гіроскопічного (гірокомпасного) меридіану, що не співпадає з істинним меридіаном.

Кут в площині істинного горизонту між північною частиною істинного меридіану (N_i) та північною частиною гірокомпасного меридіану ($N_{ГК}$) називається *поправкою гірокомпаса*, позначається як $\Delta ГК$.

Якщо гірокомпасний меридіан відхилений від істинного до сходу (до E), то поправка гірокомпаса вважається позитивною й під час навігаційних розрахунків має знак «+» (рис. 4.4, а).

Якщо гірокомпасний меридіан відхилений від істинного до заходу (до W), то поправка гірокомпаса вважається негативною й під час розрахунків має знак «-» (рис. 4.4, б).

Поправка гірокомпаса визначається звіренням гірокомпасного та істинного пеленгів якого-небудь орієнтиру. Кращий результат досягається пеленгуванням створів, напрям яких вказаний на карті. У причала поправка гірокомпаса визначається по пеленгу віддаленого орієнтиру. Істинний пеленг вимірюють на карті, з'єднавши орієнтир та точно визначене місце пеленгування.

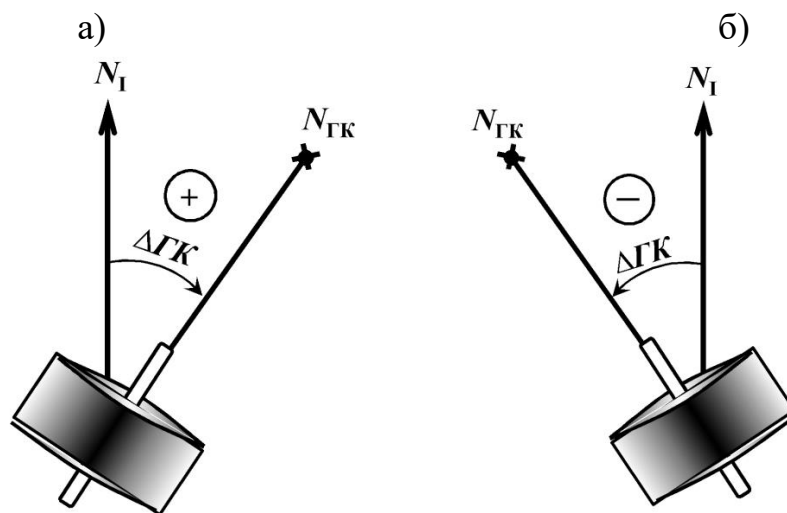


Рис. 4.4 – Поправка гірокомпаса: а – східна (E), б – західна (W).

Поправка гірокомпаса розраховується за формулою:

$$\Delta ГК = \Pi - КП_{ГК}. \quad (4.8)$$

де $\Delta ГК$ – поправка гірокомпаса;

Π – істинний пеленг;

$КП_{ГК}$ – компасний пеленг по гірокомпасу.

Приклад 7: При перетині створу виміряли його $КП_{ГК} = 112,5^\circ$, на карті вказаний напрям створу $\Pi = 114,5^\circ$. Знайти $\Delta ГК$.

Розв'язання: $\Delta ГК = \Pi - КП_{ГК} = 114,5^\circ - 112,5^\circ = +2,0^\circ$.

Приклад 8: Під час стоянки на базі виміряли пеленг окремого орієнтиру: $КП_{ГК} = 78,0^\circ$. По карті напрям на орієнтир склав: $ІП = 76,5^\circ$. Знайти $\Delta ГК$.

Розв'язання: $\Delta ГК = ІП - КП_{ГК} = 76,5^\circ - 78,0^\circ = -1,5^\circ$.

Визначення $\Delta МК$ та δ звіренням курсів за допомогою гірокомпасу з відомою $\Delta ГК$:

$$\Delta МК = \Delta ГК + (КК_{ГК} - КК_{МК}), \quad (7)$$

$$\delta = \Delta ГК - d + (КК_{ГК} - КК_{МК}), \quad (8)$$

де $КК_{ГК}$ – компасний курс по гірокомпасу;

$\Delta ГК$ – відома поправка гірокомпасу;

$КК_{МК}$ – компасний курс по магнітному компасу;

δ – девіація магнітного компасу;

$\Delta МК$ – поправка магнітного компасу;

d – магнітне схилення.

Приклад 9: Визначити поправку магнітного компасу звіренням курсів з гірокомпасом, якщо $КК_{ГК} = 326,5^\circ$, $КК_{МК} = 339^\circ$, $\Delta ГК = -1,0^\circ$.

Розв'язання: $\Delta МК = (-1,0^\circ) + (326,5^\circ - 339^\circ) = -13,5^\circ$.

Приклад 10: Визначити девіацію головного магнітного компасу $\delta_{ГЛ}$ на курсі $КК_{ГЛ} = 2^\circ$ звіренням курсів з гірокомпасом, якщо $КК_{ГК} = 358^\circ$, $\Delta ГК = -0,5^\circ$, $d = 6,0^\circ W$.

Розв'язання: $\delta_{ГЛ} = (-0,5^\circ) - (-6,0^\circ) + (358^\circ - 2^\circ) = 361,5^\circ - 360^\circ = +1,5^\circ$.

5. Завдання

Завдання 1. Привести магнітне схилення до року плавання.

Номер варіанту	d з карти	Рік, до якого відноситься схилення	Річна зміна	Рік, до якого потрібно привести схилення
1	9,5° E	1998	Зменшення 3'	2005
2	0,4° W	2004	Збільшення 6'	2017
3	1,2° E	1990	Зменшення 0,1°	2001
4	0,8° W	2002	Зменшення 0,08°	2014
5	2,0° E	1996	0,3° до W	2003
6	0,5° W	1999	0,2° до W	2015
7	0,4° E	1996	0,1° до E	2010
8	10,2° W	2005	6' до E	2017
9	0,3° W	1994	0,2° до E	2009
10	0,6° E	1995	0,2° до W	2012

Завдання 2. Вибрати девіацію з Учбової таблиці девіації № 1 (Додаток 6) для наступних компасних курсів:

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КК ₁	15°	55°	163°	175°	197°	223°	318°	37°	67°	163°
КК ₂	197°	233°	303°	345°	355°	25°	75°	199°	233°	303°

Завдання 3. Визначити МК та вибрати приблизне значення девіації з Учбової таблиці девіації № 1 (Додаток 6).

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ІК	81°	28°	57°	121°	184°	55°	140°	190°	230°	240°
d	5°E	11°E	7°W	3°W	9° W	3°E	5°W	3°W	8°E	5° W

Завдання 4. Привести схилення до року плавання (поточний рік), визначити девіацію по Учбовій таблиці девіації № 1 (Додаток 6) та розрахувати поправку магнітного компасу.

Номер варіанту	Значення d з карти нарік	Річна зміна d	KK
1	4,6°W (2006)	зменш. 0,1°	5,0°
2	4,4°W (2008)	зменш. 0,05°	15,0°
3	3,6°W (1999)	збільш. 0,01°	25,0°
4	2,4°E (2015)	зменш. 0,1°	43,0°
5	3,2°E (2005)	збільш. 0,05°	65,0°
6	2,8°E (2016)	зменш. 0,02°	125,0°
7	4,0°W (2009)	збільш. 0,1°	137,0°
8	3,6°W (2010)	зменш. 0,05°	158,0°
9	3,0°W (2002)	збільш. 0,02°	165,0°
10	4,0°E (1998)	зменш. 0,02°	215,0°

Завдання 5. Визначити девіацію δ та поправку ΔMK магнітного компасу по пеленгу створа.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ІП	42°	135°	1,3°	87,3°	32°	274°	315°	23°	15°	28°
КП	45°	140°	359°	90°	45°	271°	318°	20°	19°	30°
d	8,0°W	3,5°E	2,0°E	2,6°E	8,1°W	1,5°E	2,1°E	3,0°W	1,4°E	2,0°W

Завдання 6. Визначити девіацію δ та поправку ΔMK шляхового магнітного компаса порівнянням курсів з головним магнітним компасом.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$KK_{ГЛ}$	0°	90°	179,5°	270°	315°	10°	100°	189,5°	280°	325°
$\Delta MK_{ГЛ}$	-5,5°	-9,3°	+5,7°	+8,5°	+3,9°	-4,8°	-7,5°	+6,3°	+9,1°	+5,2°
$KK_{П}$	1,5°	87,3°	180,5°	280°	318°	11,5°	97,3°	190,5°	287°	329°

Завдання 7. Визначити девіацію δ та поправку ΔMK головного магнітного компасу на курсі $KK_{ГЛ}$ порівнянням з гірокомпасом.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$KK_{ГК}$	24°	180°	54°	128°	275°	233°	5°	122°	77°	98°
ΔGK	+1,0°	0°	+1,0°	-1,0°	+2,0°	+1,0°	-0,5°	-1,0°	+2,0°	-1,0°
$KK_{ГЛ}$	351°	177°	62°	127°	277°	234°	350°	125°	81°	101°
d	3° W	2° E	5° W	3° E	6° W	1,5° E	4° W	5° E	4° W	7° W

Завдання 8. Визначити поправку гірокомпаса ΔGK по пеленгу створа.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ІП створу	44,2°	180,0°	25,7°	56,7°	123,8°	225,0°	359,3°	255,6°	30,8°	155,9°
$KP_{ГК}$ створу	45,0°	181,0°	29,6°	58,3°	125,2°	224,7°	0°	258,3°	32,5°	154,7°

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ПЕРЕВЕДЕННЯ ТА ВИПРАВЛЕННЯ КУРСІВ І ПЕЛЕНГІВ

1. Теоретичні відомості

Істинним курсом (ІК) називається кут між північною частиною істинного меридіану та носовою частиною діаметральної площини (ДП) корабля, тобто лінією курсу.

Істинним пеленгом (ІП) називається кут між північною частиною істинного меридіану та напрямом з корабля на орієнтир, тобто лінією пеленгу.

Аналогічні визначення мають *магнітний курс (МК)* та *магнітний пеленг (МП)*, а також *компасний курс (КК)* та *компасний пеленг (КП)*, тільки вони відраховуються від північної частини не істинного, а магнітного та компасного меридіанів відповідно.

Курсовим кутом (q) називається кут між носовою частиною ДП корабля та напрямом з корабля на орієнтир, тобто лінією пеленгу.

Для відліку курсів і пеленгів вживається кругова система поділу горизонту, для відліку курсових кутів – як правило, півкругова. У півкруговій системі курсовий кут відраховується від носової частини ДП корабля до 180° у бік правого або лівого борту, має відповідне найменування (*пр/б* або *л/б*) та відповідний знак при розрахунках – «+» у випадку $q_{\text{пр/б}}$ та «-» у випадку $q_{\text{л/б}}$. Якщо під час розрахунків відлік курсового кута вийде більше 180° , його значення необхідно відняти від 360° та змінити найменування борта на протилежне.

В англійських посібниках поняття курсового кута не має, замість нього використовується термін «*Relative Bearing*» («відносний пеленг»).

2. Співвідношення між курсом корабля, пеленгом і курсовим кутом

Співвідношення між курсом, пеленгом та курсовим кутом виражається алгебраїчними формулами (рис. 5.1):

$$\text{ІП} = \text{ІК} + q, \quad (5.1)$$

$$\text{МП} = \text{МК} + q, \quad (5.2)$$

$$\text{КП} = \text{КК} + q. \quad (5.3)$$

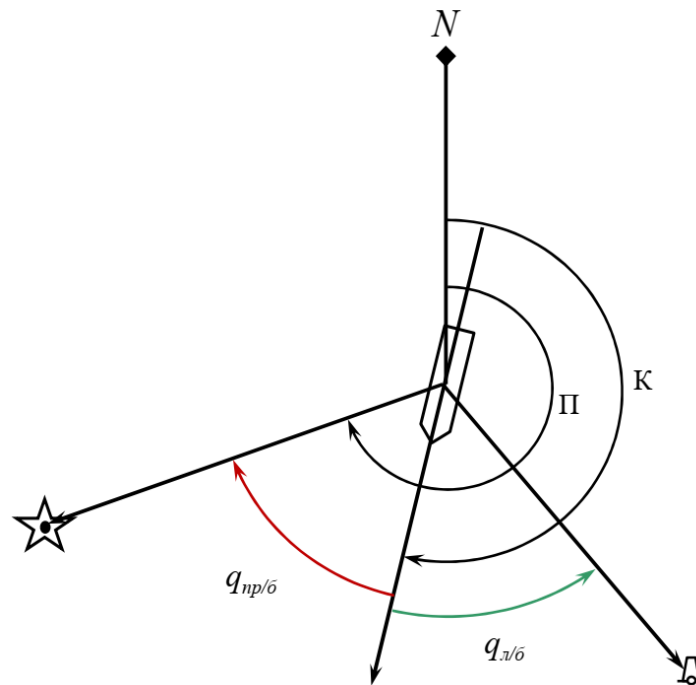


Рис. 5.1 – Співвідношення між курсом, пеленгом та курсовим кутом.

Якщо у результаті розрахунків величина пеленга вийде більше 360° , то з отриманого результату треба відняти 360° . Якщо величина пеленга вийде негативною (тобто значення курсу менше ніж значення курсового кута лівого борту), треба до величини курсу додати 360° та від отриманого результату відняти величину курсового кута.

3. Виправлення курсів і пеленгів

Виправленням курсів і пеленгів називається перехід від магнітних та компасних напрямів до істинних. Ці завдання розв'язуються за наступними алгебраїчними формулами (рис. 5.2):

$$IK = KK + \Delta MK \quad (5.4)$$

$$IK = MK + d \quad (5.5)$$

$$MK = KK + \delta \quad (5.6)$$

$$IK = KK + \delta + d \quad (5.7)$$

$$\Delta MK = \delta + d \quad (5.8)$$

$$IP = KP + \Delta MK \quad (5.9)$$

$$IP = MP + d \quad (5.10)$$

$$MP = KP + \delta \quad (5.11)$$

$$IP = KP + \delta + d \quad (5.12)$$

$$OIP = IP \pm 180^\circ \quad (5.13)$$

При визначенні ІК доцільно спочатку знайти ΔMK , вибравши δ по КК з таблиці девіації та склавши її зі схиленням d (формула 5.8). Отриману поправку магнітного компаса ΔMK додати зі своїм знаком до КК (формула 5.4). ІП розраховується як сума КП та ΔMK за формулою (5.9). Схема розв'язання наведена у прикладі 1.

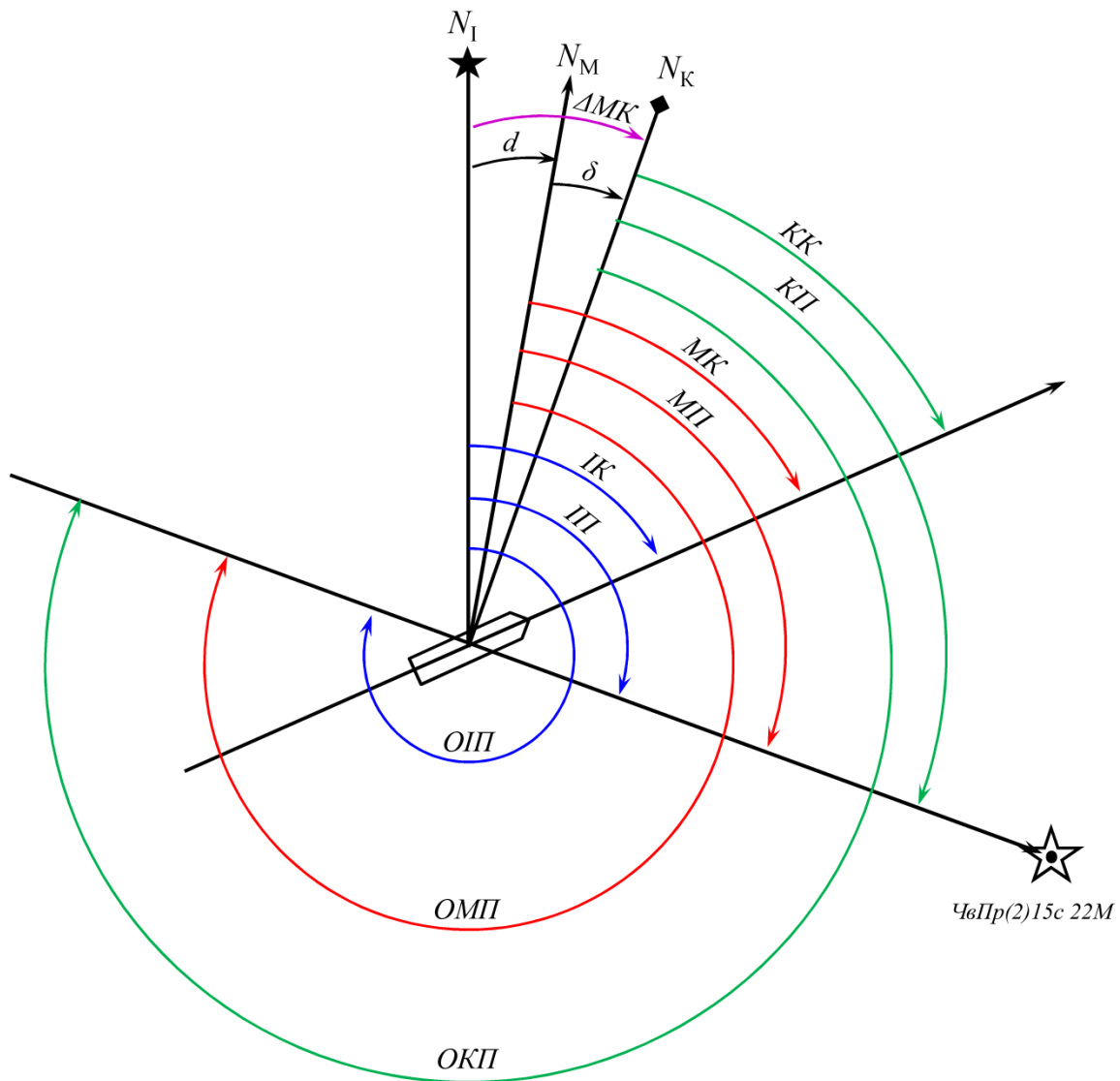


Рис. 5.2 – Схема переводу та виправлення курсів і пеленгів.

Приклад 1. Корабель прямує $KK = 100^\circ$, магнітне схилення, отримане з карти та приведенне до року плавання, складає $d = 5^\circ$ Е. Девіація магнітного компасу вибирається з таблиці девіації (Додаток 6). Візуальним пеленгатором магнітного компасу виміряли KP N-ського маяка 315° . Визначити IK , IP та ΔMK .

Аналітичне розв'язання:

$$\begin{array}{rclclcl}
 + \quad KK & = & 100,0^\circ & \rightarrow & + \quad \delta & = & -3,3^\circ & + \quad KP & = & 315,0^\circ \\
 \Delta MK & = & +1,7^\circ & & d & = & +5,0^\circ & \Delta MK & = & +1,7^\circ \\
 \hline
 IK & = & 101,7^\circ & & \Delta MK & = & +1,7^\circ & IP & = & 316,7^\circ
 \end{array}$$

(можна також розрахувати IK , IP послідовно, розраховавши спочатку MK та MP за формулами (5.6) та (5.11), а потім вже визначити IK та IP за формулами (5.5) та (5.10)).

Графічне розв'язання (рис. 5.3):

1. Произвольно провести компасний меридіан N_K та лінії KK і $KП$.
2. Для KK вибрати δ з таблиці девіації (можна додатково провести магнітний меридіан N_M).
3. Розрахувати $\Delta MK = d + \delta = +5^\circ + (-3,3^\circ) = +1,7^\circ$.
4. По ΔMK провести істинний меридіан N_I ; з рис. 3 отримати: $IK = KK + \Delta MK = 100^\circ + (+1,7^\circ) = 101,7^\circ$ та $ПП = КП + \Delta MK = 315^\circ + (+1,7^\circ) = 316,7^\circ$.

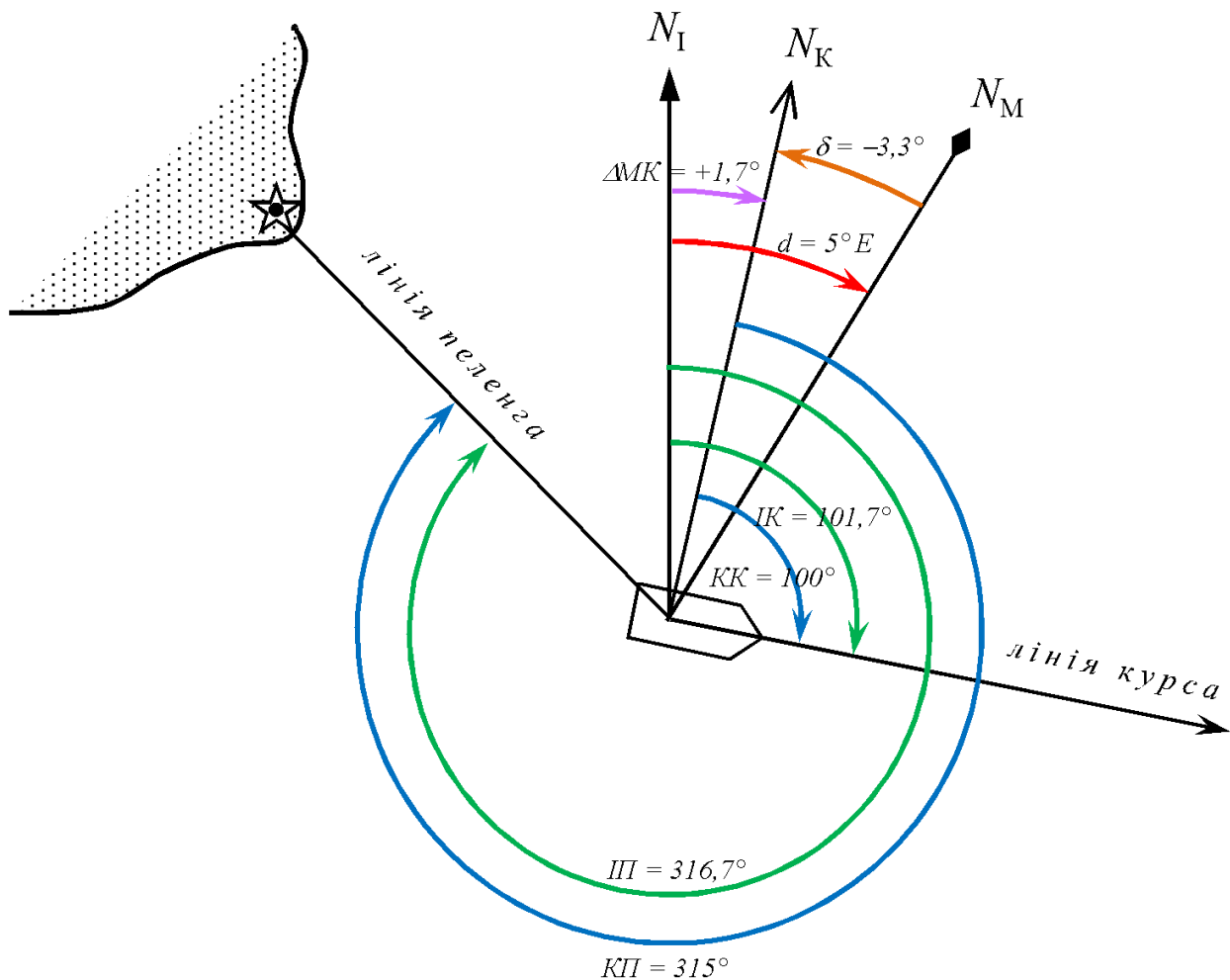


Рис. 5.3 – Графічне розв'язання прикладу 1.

4. Переведення курсів і пеленгів

Переведенням курсів і пеленгів називається перехід від істинних напрямів до компасних та магнітних.

Розв'язання цих завдань проводиться за наступними алгебраїчними формулами:

$$KK = IK - \Delta MK \quad (5.14)$$

$$MK = IK - d \quad (5.15)$$

$$KK = MK - \delta \quad (5.16)$$

$$KK = IK - d - \delta \quad (5.17)$$

$$\Delta MK = \delta + d \quad (5.18)$$

$$KP = IP - \Delta MK \quad (5.19)$$

$$MP = IP - d \quad (5.20)$$

$$KP = MP - \delta \quad (5.21)$$

$$KP = IP - d - \delta \quad (5.22)$$

$$OKP = KP \pm 180^\circ \quad (5.23)$$

Для визначення КК з ІК користуються формулою (5.17), послідовно знаходячи МК, по якому з таблиці девіації слід вибрати приблизне значення девіації δ' , розрахувати приблизний КК' та вторинним входом в таблицю вибрати більш точне значення девіації δ , після чого розрахувати КК. КП розраховується або також послідовно, або з застосуванням відомої ΔMK за формулою (5.19). Схема розв'язання наведена у прикладі 2.

Приклад 2. На карті проклали $IK = 151^\circ$, магнітне схилення з карти, приведене до року плавання $10^\circ W$. Девіація магнітного компаса – з таблиці девіації (Додаток 6). По карті визначили $IP = 11^\circ$ орієнтиру N в момент початку повороту. Визначити КК, КП та ΔMK .

Аналітичне розв'язання:

$$\begin{array}{rcl}
 IK & = & 151,0^\circ \\
 - d & = & -10,0^\circ \\
 \hline
 MK & = & 161,0^\circ \\
 - \delta' & = & -3,2^\circ \\
 \hline
 KK' & = & 164,2^\circ
 \end{array}
 \rightarrow
 \begin{array}{rcl}
 \delta' & = & -3,2^\circ \\
 MK & = & 161,0^\circ \\
 - \delta & = & -3,0^\circ \\
 \hline
 KK & = & 164,0^\circ
 \end{array}
 \begin{array}{rcl}
 + d & = & -10,0^\circ \\
 \delta & = & -3,0^\circ \\
 \hline
 \Delta MK & = & -13,0^\circ
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 IP & = & 11,0^\circ \\
 - \Delta MK & = & -13,0^\circ \\
 \hline
 KP & = & 24,0^\circ
 \end{array}$$

Графічне розв'язання (рис. 5.4):

1. Провести істинний меридіан N_I та лінії ІК і ІП.
2. Врахувавши магнітне схилення d , провести магнітний меридіан N_M ; отримати $MK = IK - d = 151^\circ - (-10^\circ) = 161^\circ$.
3. По МК з таблиці девіації вибрати приблизне значення девіації δ' та розрахувати приблизний $KK' = MK - \delta' = 161^\circ - (-3,2^\circ) = 164,2^\circ$.
4. По отриманому КК' вторинно вибрати δ з таблиці та провести компасний меридіан N_K . З рис. 4 визначити: $\Delta MK = d + \delta = -10^\circ + (-3^\circ) = -13^\circ$, $KK = MK - \delta = 161^\circ - (-3^\circ) = 164^\circ$ та $KP = IP - \Delta MK = 11^\circ - (-13^\circ) = 24^\circ$.

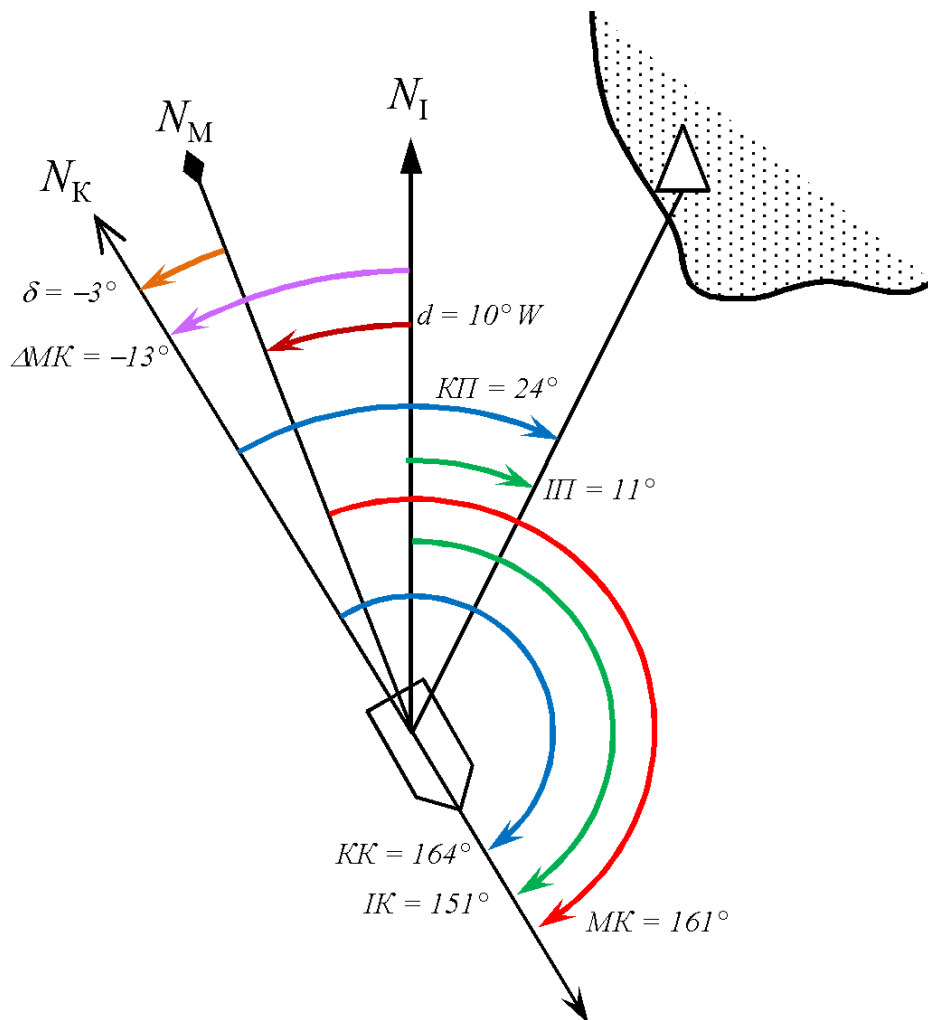


Рис. 5.4 – Графічне розв’язання прикладу 2.

Перехід від гірокомпасних до істинних напрямів та від істинних до гірокомпасних здійснюється за формулами:

$$IK = KK_{ГК} + \Delta GK, \quad (5.24)$$

$$IP = KP_{ГК} + \Delta GK, \quad (5.25)$$

$$KK_{ГК} = IK - \Delta GK, \quad (5.26)$$

$$KP_{ГК} = IP - \Delta GK. \quad (5.27)$$

5. Комплексне завдання на переведення та виправлення курсів і пеленгів

У вихідних даних відомі чотири з 13-ти можливих елементів. Необхідно шляхом розрахунків (підбором необхідних формул) та графічної побудови визначити відсутні елементи.

Приклад 3. Дано: $KK = 94^\circ$, $ОМП = 359^\circ$, $KY = 81^\circ \text{пр/б}$, $\Delta MK = -4^\circ$.

Визначити: IK , MK , IP , $ОП$, $МП$, $KП$, $ОКП$, d и δ .

Аналітичне розв'язання:

$$\begin{array}{rcl}
 + & \text{КК} & = 94^\circ \\
 & \Delta\text{МК} & = -4^\circ \\
 \hline
 + & \text{ИК} & = 90^\circ \\
 & \text{КУ} & = +81^\circ \\
 \hline
 & \text{ИП} & = 171^\circ \\
 - & \Delta\text{МК} & = -4^\circ \\
 \hline
 + & \text{КП} & = 175^\circ \\
 & & 180^\circ \\
 \hline
 & \text{ОКП} & = 355^\circ
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 + & \text{ИП} & = 171^\circ \\
 & & 180^\circ \\
 \hline
 - & \text{ОИП} & = 351^\circ \\
 & \text{ОМП} & = 359^\circ \\
 \hline
 & d & = -8^\circ
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 - & \text{ОМП} & = 359^\circ \\
 & & 180^\circ \\
 \hline
 - & \text{МП} & = 179^\circ \\
 & \text{КУ} & = +81^\circ \\
 \hline
 & \text{МК} & = 98^\circ \\
 \\
 - & \Delta\text{МК} & = -4^\circ \\
 & d & = -8^\circ \\
 \hline
 & \delta & = +4^\circ
 \end{array}$$

Графічне розв'язання (рис. 5.5):

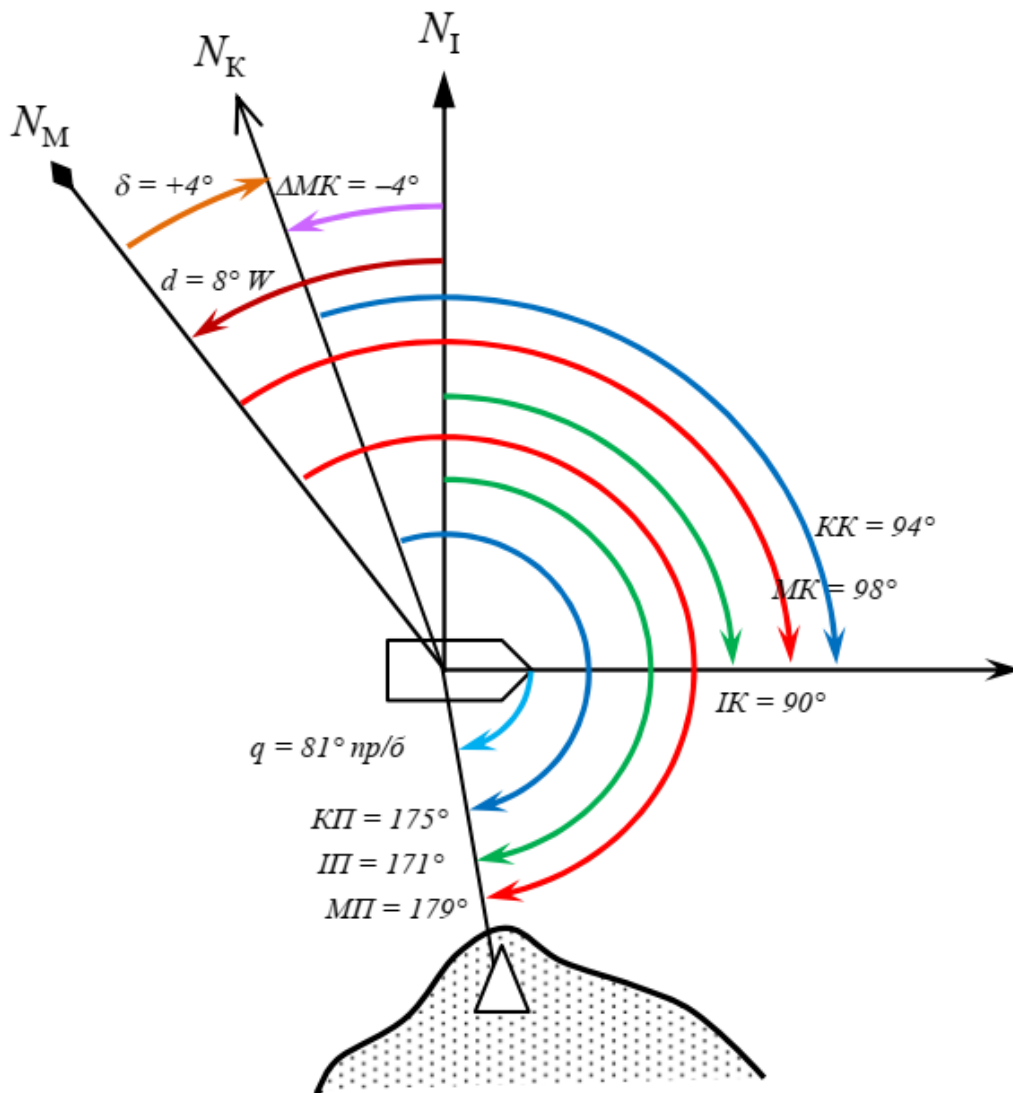


Рис. 5.5 – Графічне розв'язання прикладу 3.

6. Завдання

Завдання 1. Визначити значення курсів, пеленгів, курсових кутів.

Дано	Номер варіанту										Визначити
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ІК	45°	130°	215°	350°	315°	10°	55°	140°	225°	20°	q
ІІ	90°	80°	255°	280°	30°	330°	100°	90°	265°	340°	
ІК	15°	30°	120°	195°	20°	40°	130°	200°	25°	150°	ІІ
КУ	80° пр/б	70° л/б	30° пр/б	35° пр/б	60° л/б	80° л/б	40° пр/б	40° пр/б	90° пр/б	50° л/б	
ІІ	40°	155°	270°	345°	50°	165°	280°	175°	55°	175°	ІК
КУ	95° л/б	45° пр/б	100° пр/б	45° пр/б	105° л/б	55° л/б	110° пр/б	65° л/б	110° л/б	65° пр/б	
КП	15°	103°	178°	213°	289°	25°	113°	188°	223°	279°	q
КК	48°	70°	258°	175°	359°	58°	80°	268°	185°	349°	
КП	77°	116°	136°	239°	309°	87°	126°	146°	229°	319°	КК
КУ	130° пр/б	80° л/б	145° л/б	177° пр/б	101° пр/б	140° пр/б	190° л/б	155° л/б	167° пр/б	111° пр/б	

Завдання 2. Визначити: δ (з таблиці девіації, Додаток 6); ΔMK ; ІК; МК; МП; ІІ; q).

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KK	75,0°	323,0°	125,0°	305,0°	223,0°	205,0°	35,0°	345,0°	175,0°	165,0°
$KП$	10,0°	20,0°	30,0°	40,0°	50,0°	60,0°	70,0°	80,0°	90,0°	100,0°
d	1,4°W	1,8°W	1,1°E	1,3°W	1,7°W	0,8°E	0,8°E	0,6°W	0,9°W	4,1°W

Завдання 3. Визначити відсутні елементи.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IK	330°			224°	155°			126°		251°
MK			106°			225°				230°
KK_{MK}		10°					50°		240°	
d	6°E	14°W			3°W	12°W	5°W		12°W	
δ	+2°				+5°	+3°				
ΔMK		-11°		+8°			+15°	-7°	-8°	
II			293°							
OII	238°				135°					
MI				109°				253°		
OMI										
KI		270°				150°	320°		120°	
OKI			118°	292°				76°		209°
q			164° л/б							162° пр/б

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ КОРАБЛЯ, ПРОЙДЕНОЇ ВІДСТАНІ ТА ЧАСУ ПЛАВАННЯ ЗА ЗЧИСЛЕННЯМ

1. Теоретичні відомості

Корабель рухається в двох середовищах – водній та повітряній, які також рухаються відносно дна морів і океанів. Тому рух корабля поділяють на:

- *відносний* – що здійснюється відносно водних мас,
- *абсолютний* – що здійснюється відносно земної поверхні,
- *переносний* – переміщення корабля під впливом водних та повітряних мас, тобто під впливом вітру та течії.

Істинною або абсолютною швидкістю корабля називається швидкість корабля V відносно Землі (дна) з врахуванням дії вітру та течії. Відносною швидкістю V_0 називається швидкість корабля відносно водних мас.

Основною одиницею вимірювання відстаней на морі є *морська миля*, тому швидкість корабля виражається кількістю миль, яку корабель проходить за 1 годину. Одиниця швидкості, що дорівнює одній милі за годину, має назву *вузол* (вуз): $1 \text{ вуз} = 1 \text{ миля/год}$. Також в кораблеводінні вживається одиниця швидкості *кабельтов* за хвилину: $1 \text{ кбт/хв} = 6 \text{ вуз}$.

Співвідношення між різними одиницями швидкості, що вживаються в кораблеводінні, наведене в Додатку 7.

Прилади, що використовуються для вимірювання швидкості кораблів (суден) та пройденої ними відстані, називаються *лагами*. В залежності від того, який тип швидкості вимірюється, сучасні лаги поділяють на *абсолютні* та *відносні*.

Сучасні прилади для вимірювання абсолютної швидкості реалізовані на основі двох фізичних принципів: за доплерівським зрушенням (зсувом) частот та за допомогою інерційних систем навігації.

Відносну швидкість вимірюють в основному двома типами лагів: гідродинамічними та індукційними.

Гідродинамічні лаги працюють за принципом вимірювання динамічного тиску набігаючого потоку води під час руху корабля.

Індукційні (електромагнітні) лаги працюють за принципом електромагнітної індукції. Магнітне поле, що створюється спеціальним пристроєм на днищі корабля, переміщується в потоці морської води, яка є електролітичним розчином. В ній наводиться ЕРС (електрорушійна сила) – функція відносної швидкості корабля.

2. Визначення пройденої відстані, поправка та коефіцієнт лагу

Пройдена кораблем відстань S_0 фіксується спеціальним лічильником лагу, а його миттєве (поточне) значення в даний момент називається *відліком лагу* (ВЛ). Пройдену кораблем відстань визначають за допомогою відносного лагу як різницю між його послідовними відліками (*різниця відліків лагу* – РВЛ) у моменти часу t_1 та t_2 , що зняті з лічильника лагу:

$$РВЛ = ВЛ_2 - ВЛ_1 \quad (6.1)$$

Лаг, як і всякий інший прилад, визначає пройдену відстань та швидкість з похибкою. Ця похибка накопичується пропорційно відстані, яку проходить корабель. Величина похибки різна на різних швидкостях руху корабля.

Для отримання значення фактичної відстані, що пройдена за показаннями лагу (S_L), різниця відліків лагу РВЛ виправляється *коефіцієнтом лагу* K_L або *поправкою лагу* ($\Delta L\%$).

Поправка лагу ΔL виражається у відсотках і визначається за формулою:

$$\Delta L\% = \frac{S_L - РВЛ}{РВЛ} \cdot 100\% \quad (6.2)$$

Коефіцієнт лагу K_L визначається за формулою:

$$K_L = \frac{S_L}{РВЛ} \quad (6.3)$$

Причому:

- якщо $S_L = РВЛ$, то $K_L = 1$;
- якщо $S_L > РВЛ$, то $K_L > 1$;
- якщо $S_L < РВЛ$, то $K_L < 1$.

Таким чином, пройдену кораблем відстань по лагу можна визначити за формулами:

$$S_L = \left(1 + \frac{\Delta L\%}{100\%}\right) \cdot РВЛ \quad (6.4)$$

$$S_L = K_L \cdot РВЛ \quad (6.5)$$

Поправка лагу та коефіцієнт лагу пов'язані наступними формулами:

$$\Delta L\% = (K_L - 1) \cdot 100\% \quad (6.6)$$

$$K_L = 1 + \frac{\Delta L\%}{100\%} \quad (6.7)$$

На кораблі величина поправки або коефіцієнту лагу вибирається з робочих таблиць штурмана для даного лагу по значенню швидкості корабля.

У випадку, якщо лаг вийшов з ладу, пройдена кораблем відстань розраховується за формулою

$$S = V \cdot t , \quad (6.8)$$

де швидкість корабля V у вузлах може бути отримана з GPS або з таблиці «Відповідності швидкості руху корабля частоті обертання рушіїв»; час – в годинах.

3. Визначення швидкості корабля і поправки лагу

Швидкість корабля і поправку (коефіцієнт) лагу визначають на спеціально облаштованому полігоні, що носить назву *мірна лінія* (рис. 6.1).

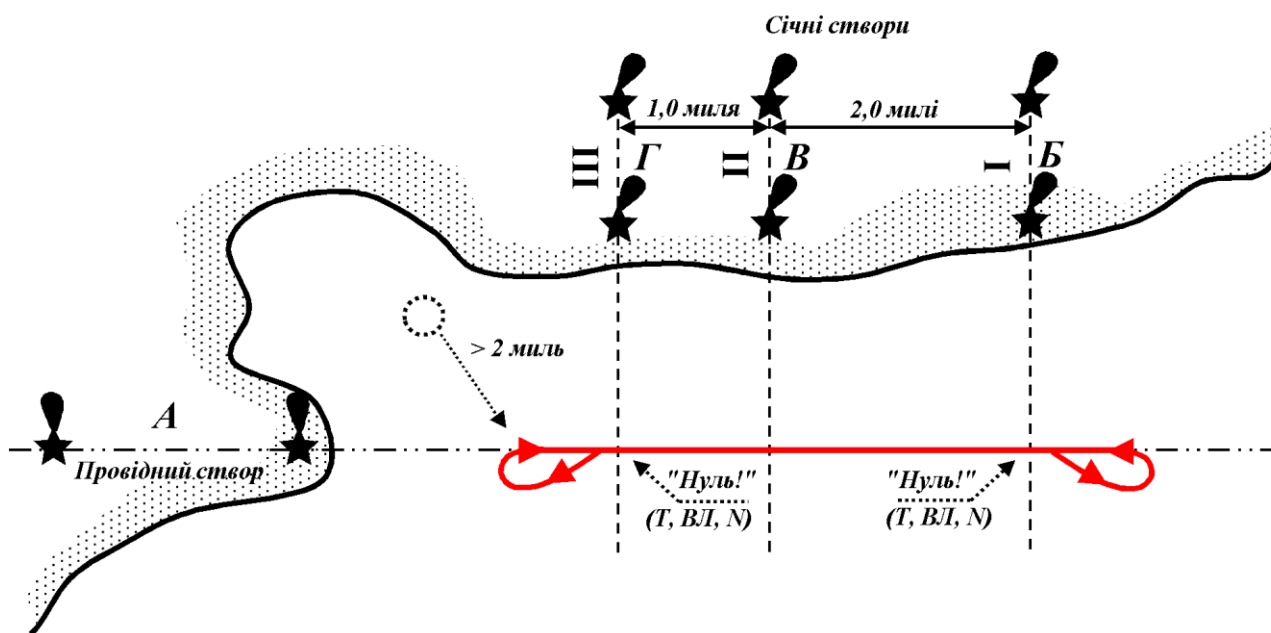


Рис. 6.1 – Мірна лінія.

Мірна лінія обладнана провідним та декількома січними створами, що перпендикулярні до лінії пробігу. Відстань між січними створами точно відома і наведена на карті, в лоції та у спеціальному описі мірної лінії. Для визначення швидкості корабля і поправки лагу за допомогою радіолокатора мірну лінію обладнують одним або декількома радіолокаційними відбивачами, встановленими на березі у безпосередній близькості від берегової лінії або на воді (радіолокаційні буї).

Завдання визначення швидкості полягає в тому, щоб отримати її відносно води, виключивши швидкість течії, яку відносний лаг не враховує, а тому вітер та хитавиця повинні бути мінімальними.

Швидкісні випробування проводяться для всіх режимів роботи двигуна: повного, середнього, малого та самого малого ходу.

Корабель на сталому режимі роботи рушіїв, тобто при постійній кількості обертів рушіїв (гвинтів), робить пробіг вздовж провідного створу A (рис. 6.1). При перетині лінії I січного створу (B) за командою «Нуль!» вмикаються секундоміри спостерігачів та фіксуються відлік лагу ($ВЛ_1$) та відлік з сумарного лічильника обертів рушіїв (N_1). При перетині лінії II (B) або III (Γ) січного створу за командою «Нуль!» зупиняються секундоміри та фіксуються відлік лагу ($ВЛ_2$) та відлік з сумарного лічильника обертів рушіїв (N_2).

Істинна швидкість корабля (у вузлах) на пробігу розраховується за формулою:

$$V_o = \frac{3600 \cdot S}{t}, \quad (6.9)$$

де S – відстань (з формуляру або опису мірної лінії) між січними створами – довжина пробігу, милі;

t – середній час пробігу, сек.

Швидкість корабля (у вузлах) по лагу на пробігу розраховується за формулою:

$$V_L = \frac{3600 \cdot РВЛ}{t}. \quad (6.10)$$

Кількість обертів рушіїв за хвилину на пробігу розраховується за формулою:

$$N = \frac{60 \cdot (N_2 - N_1)}{t}. \quad (6.11)$$

Поправка лагу у відсотках ($\Delta Л\%$) на пробігу розраховується за формулою:

$$\Delta Л\% = \frac{V_o - V_L}{V_L} \cdot 100. \quad (6.12)$$

Коефіцієнт лагу K_L на пробігу розраховується за формулою:

$$K_L = 1 + \frac{\Delta Л\%}{100}. \quad (6.13)$$

Для виключення впливу течії на результати на кожному режимі роботи рушіїв виконується:

- по 2 пробігу, якщо швидкість течії в районі мірної лінії постійна;
- по 3 пробігу, якщо течія не постійна та його елементи (K_T, v_T) недостовірні.

Для двох пробігів значення V_o , V_L , N , $\Delta L\%$ та K_L визначаються як середнє арифметичне значень по кожному пробігу.

Для трьох пробігів формули для визначення перелічених параметрів мають вид:

$$V_o = \frac{V_{o1} + 2V_{o2} + V_{o3}}{4} , \quad (6.14)$$

$$V_L = \frac{V_{L1} + 2V_{L2} + V_{L3}}{4} , \quad (6.15)$$

$$N = \frac{N_1 + 2N_2 + N_3}{4} , \quad (6.16)$$

$$\Delta L\% = \frac{\Delta L\%_1 + 2\Delta L\%_2 + \Delta L\%_3}{4} , \quad (6.17)$$

$$K_L = \frac{K_{L1} + 2K_{L2} + K_{L3}}{4} . \quad (6.18)$$

За результатами вимірювань на мірній лінії складаються:

- 1) графік відповідності швидкості ходу корабля частоті обертання рушіїв;
- 2) графік відповідності поправки лагу ($\Delta L\%$) швидкості ходу корабля.

4. Визначення часу та відліку лагу на момент прибуття корабля в задану точку

Визначення виконується у наступній послідовності:

- 1) знімається з карти або задається відстань S до заданого зчислимого місця від місця, для якого відомі T_1 та $ВЛ_1$;
- 2) розраховується

$$t_{\text{год}} = \frac{S, \text{миль}}{V, \text{вуз}} , \quad t_{\text{хв}} = \frac{S, \text{миль}}{V, \text{вуз}} \cdot 60 ;$$

- 3) визначається T_2 (год, хв) = T_1 (год, хв) + t (хв);

- 4) розраховується

$$\text{РВЛ} = \frac{S}{K_L} ;$$

- 5) визначається $ВЛ_2 = ВЛ_1 + \text{РВЛ}$.

Відстань S розраховується та записується з точністю до 0,1 милі, швидкість V – до 0,1 вуз, $\Delta L\%$ – до 0,1%, K_L – до 0,01, час по годиннику T та час руху t – год, хв.

5. Завдання

Завдання 1. Визначити поправку $\Delta L\%$ та коефіцієнт K_L лагу.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_L	20,3	18,0	21,4	20,6	15,6	14,0	11,5	10,2	5,8	14,9
РВЛ	19,0	19,1	20,1	21,4	14,2	15,3	10,2	12,0	6,4	15,9

Завдання 2. Визначити пройдену кораблем відстань S_L .

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$ВЛ_1$	11,5	24,0	18,1	14,3	35,4	57,6	7,1	12,5	16,0	87,0
$ВЛ_2$	17,6	30,2	29,2	17,9	48,8	71,2	10,2	29,6	23,1	99,1
$\Delta L\%$	-5	+6	0	-4	-3	+7	+4	-6	-8	+5

Завдання 3. Визначити відлік лагу $ВЛ_2$ на заданий час T_2 .

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1	11.43	11.38	12.20	12.15	19.19	12.00	23.28	00.20	00.10	5.19
T_2	12.00	12.18	13.00	12.50	20.00	12.44	24.00	01.00	00.50	6.00
$ВЛ_1$	11,4	50,6	58,8	33,5	38,1	31,5	40,5	24,8	47,4	67,2
$\Delta L\%$	0,0	+6,0	+2,0	-6,0	+2,0	-2,0	+4,0	+1,0	-5,0	+3,0
V_L	18	12	15	10	16	14	16	21	8	13

Завдання 4. Визначити час T_2 прибуття корабля у задану точку.

	Номер варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1	10.30	11.24	11.40	14.30	15.20	21.40	16.10	23.00	4.20	1.00
$ВЛ_1$	91,0	15,8	10,6	60,0	35,0	20,6	28,5	40,2	7,0	47,3
S_L	2,5	4,8	0,9	5,6	8,0	3,8	12,0	6,1	14,8	3,5
K_L	0,99	1,01	1	1,06	1,02	1,04	0,98	1,03	0,94	0,96
V_L	18	18	14	21	14	10	16	15	19	12

ЛІТЕРАТУРА

1. Михайлов В.С., Кудрявцев В.Г., Давидов В.С. Навігація і лоція. Електронний підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ, 2009. *(рос. мовою)*
2. Алексишин В.Г. Практичне судноводіння: Навчальний посібник / В.Г. Алексишин, В.Т. Довгочуб, А.В. Белов; ОНМА. – Одеса: Фенікс, 2006. – 376 с. *(рос. мовою)*
3. Данцевич В.О. Навігація: Навчальний посібник / В.О. Данцевич. – Одеса: Фенікс, 2009. – 192 с.

ГЕОГРАФІЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОГО ГОРИЗОНТУ

Висота ока e , м	Відстань D_e , милі	Висота ока e , м	Відстань D_e , милі	Висота ока e , м	Відстань D_e , милі	Висота ока e , м	Відстань D_e , милі	Висота ока e , м	Відстань D_e , милі
0,25	1,0	10,5	6,7	36,0	12,5	82	18,8	400	41,6
0,50	1,5	11,0	6,9	37,0	12,7	84	19,1	500	46,5
0,75	1,8	11,5	7,1	38,0	12,8	86	19,3	600	51,0
1,00	2,1	12,0	7,2	39,0	13,0	88	19,5	700	55,0
1,25	2,3	12,5	7,4	40,0	13,2	90	19,7	800	58,9
1,50	2,6	13,0	7,5	41,0	13,3	92	20,0	900	62,4
1,75	2,8	13,5	7,6	42,0	13,5	94	20,2	1000	65,8
2,00	2,9	14,0	7,8	43,0	13,6	96	20,4	1100	69,0
2,25	3,1	14,5	7,9	44,0	13,8	98	20,6	1200	72,1
2,50	3,3	15,0	8,1	45,0	14,0	100	20,8	1300	75,0
2,75	3,4	16,0	8,3	46,0	14,1	110	21,8	1400	77,8
3,00	3,6	17,0	8,6	47,0	14,3	120	22,8	1500	80,6
3,25	3,8	18,0	8,8	48,0	14,4	130	23,7	1600	83,2
3,50	3,9	19,0	9,1	49,0	14,6	140	24,6	1700	85,8
3,75	4,0	20,0	9,3	50,0	14,7	150	25,5	1800	88,3
4,00	4,2	21,0	9,5	52,0	15,0	160	26,3	1900	90,8
4,25	4,3	22,0	9,8	54,0	15,3	170	27,1	2000	93,0
4,50	4,4	23,0	10,0	56,0	15,6	180	27,9	2100	95,3
4,75	4,5	24,0	10,2	58,0	15,8	190	28,7	2200	97,6
5,0	4,7	25,0	10,4	60,0	16,1	200	29,4	2300	99,8
5,5	4,9	26,0	10,6	62,0	16,4	210	30,2	2400	101,9
6,0	5,1	27,0	10,8	64,0	16,6	220	30,9	2700	108,0
6,5	5,3	28,0	11,0	66,0	16,9	230	31,6	3000	113,9
7,0	5,5	29,0	11,2	68,0	17,1	240	32,2	3300	119,5
7,5	5,7	30,0	11,4	70,0	17,4	250	32,9	3600	124,8
8,0	5,9	31,0	11,6	72,0	17,7	260	33,5	3900	129,9
8,5	6,1	32,0	11,8	74,0	17,9	270	34,2	4200	134,8
9,0	6,2	33,0	12,0	76,0	18,1	280	34,8	4500	139,5
9,5	6,4	34,0	12,1	78,0	18,4	290	35,4	4800	144,1
10,0	6,6	35,0	12,3	80,0	18,6	300	36,0	5100	148,5

ГЕОГРАФІЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ ПРЕДМЕТІВ

Висота спост. предм. h , м	Висота ока спостерігача e , м														Висота спост. предм. h , м
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	
	М и л і														
1,0	3,1	3,6	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7	1,0
1,5	3,6	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,8	6,2	6,4	6,7	7,0	7,2	1,5
2,0	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,6	2,0
2,5	4,3	4,8	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,6	6,9	7,2	7,4	7,7	7,9	2,5
3,0	4,6	5,1	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4	6,5	6,9	7,2	7,5	7,8	8,0	8,3	3,0
3,5	4,9	5,4	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,3	8,5	3,5
4,0	5,2	5,6	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	4,0
4,5	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,7	8,0	8,3	8,6	8,8	9,1	4,5
5,0	5,7	6,1	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,9	8,3	8,5	8,8	9,1	9,3	5,0
5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,2	8,5	8,8	9,0	9,3	9,5	5,5
6	6,1	6,6	6,9	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,4	8,7	9,0	9,3	9,5	9,7	6
7	6,5	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,3	8,4	8,8	9,1	9,4	9,7	9,9	10,2	7
8	6,9	7,4	7,7	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,2	9,5	9,8	10,0	10,3	10,5	8
9	7,3	7,7	8,0	8,3	8,6	8,8	9,0	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	10,9	9
10	7,6	8,0	8,4	8,7	8,9	9,1	9,3	9,5	9,9	10,2	10,5	10,7	11,0	11,2	10
12	8,2	8,7	9,0	9,3	9,5	9,8	10,0	10,1	10,5	10,8	11,1	11,4	11,6	11,9	12
14	8,8	9,3	9,6	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	14
16	9,4	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,7	13,0	16
18	9,9	10,3	10,6	10,9	11,2	11,4	11,6	11,8	12,1	12,4	12,7	13,0	13,2	13,5	18
20	10,3	10,8	11,1	11,4	11,6	11,8	12,1	12,2	12,6	12,9	13,2	13,5	13,7	14,0	20
25	11,4	11,9	12,2	12,5	12,7	12,9	13,2	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	14,8	15,1	25
30	12,4	12,9	13,2	13,5	13,7	13,9	14,1	14,3	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,0	30
35	13,3	13,8	14,1	14,4	14,6	14,9	15,1	15,2	15,6	15,9	16,2	16,5	16,7	17,0	35
40	14,2	14,6	15,0	15,2	15,5	15,7	15,9	16,1	16,4	16,8	17,0	17,3	17,6	17,8	40
45	15,0	15,4	15,8	16,0	16,3	16,5	16,7	16,9	17,2	17,6	17,8	18,1	18,4	18,6	45
50	15,7	16,2	16,5	16,8	17,0	17,3	17,5	17,6	18,0	18,3	18,6	18,9	19,1	19,4	50
60	17,2	17,6	17,9	18,2	18,4	18,7	18,9	19,1	19,4	19,7	20,0	20,3	20,5	20,8	60
70	18,4	18,9	19,2	19,5	19,7	19,9	20,2	20,3	20,7	21,0	21,3	21,6	21,8	22,1	70
80	19,6	20,1	20,4	20,7	20,9	21,2	21,4	21,5	21,9	22,2	22,5	22,8	23,0	23,3	80
90	20,8	21,2	21,5	21,8	22,1	22,3	22,5	22,7	23,0	23,3	23,6	23,9	24,1	24,4	90
100	21,8	22,3	22,6	22,9	23,1	23,3	23,6	23,7	24,1	24,4	24,7	25,0	25,2	25,5	100

Висота спост. предм. h , м	Висота ока спостерігача e , м														Висота спост. предм. h , м
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	М и л і														
1,0	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,1	10,4	10,7	10,9	1,0
1,5	7,2	7,6	8,1	8,4	8,8	9,1	9,4	9,8	10,0	10,3	10,6	10,9	11,1	11,4	1,5
2,0	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	11,3	11,5	11,8	2,0
2,5	7,9	8,4	8,8	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,3	11,6	11,9	12,1	2,5
3,0	8,3	8,7	9,1	9,5	9,8	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,4	3,0
3,5	8,5	9,0	9,4	9,8	10,1	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	12,7	3,5
4,0	8,8	9,3	9,7	10,0	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	12,7	13,0	4,0
4,5	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,7	13,0	13,2	4,5
5,0	9,3	9,7	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,9	12,2	12,4	12,7	13,0	13,2	13,5	5,0
5,5	9,5	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	12,9	13,2	13,5	13,7	5,5
6	9,7	10,2	10,6	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7	13,9	6
7	10,2	10,6	11,0	11,4	11,7	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	13,8	14,1	14,3	7
8	10,5	11,0	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	13,9	14,2	14,5	14,7	8
9	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	14,8	15,1	9
10	11,2	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	14,9	15,2	15,4	10
12	11,9	12,3	12,7	13,1	13,4	13,8	14,1	14,4	14,7	15,0	15,3	15,5	15,8	16,0	12
14	12,4	12,9	13,3	13,7	14,0	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,1	16,4	16,6	14
16	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,6	16,9	17,1	16
18	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	17,1	17,4	17,6	18
20	14,0	14,4	14,8	15,2	15,5	15,9	16,2	16,5	16,8	17,1	17,4	17,6	17,9	18,1	20
25	15,1	15,5	15,9	16,3	16,6	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	18,7	19,0	19,2	25
30	16,0	16,5	16,9	17,3	17,6	18,0	18,3	18,6	18,9	19,2	19,4	19,7	20,0	20,2	30
35	17,0	17,4	17,8	18,2	18,5	18,9	19,2	19,5	19,8	20,1	20,4	20,6	20,9	21,1	35
40	17,8	18,2	18,7	19,0	19,4	19,7	20,1	20,4	20,7	20,9	21,2	21,5	21,7	22,0	40
45	18,6	19,0	19,5	19,8	20,2	20,5	20,9	21,2	21,5	21,7	22,0	22,3	22,5	22,8	45
50	19,4	19,8	20,2	20,6	20,9	21,3	21,6	21,9	22,2	22,5	22,8	23,0	23,3	23,5	50
60	20,8	21,2	21,6	22,0	22,4	22,7	23,0	23,3	23,6	23,9	24,2	24,4	24,7	24,9	60
70	22,1	22,5	22,9	23,3	23,6	24,0	24,3	24,6	24,9	25,2	25,5	25,7	26,0	26,2	70
80	23,3	23,7	24,1	24,5	24,8	25,2	25,5	25,8	26,1	26,4	26,7	26,9	27,2	27,4	80
90	24,4	24,8	25,2	25,6	26,0	26,3	26,6	26,9	27,2	27,5	27,8	28,1	28,3	28,6	90
100	25,5	25,9	26,3	26,7	27,0	27,4	27,7	28,0	28,3	28,6	28,9	29,1	29,4	29,6	100

GEOGRAPHICAL RANGE TABLE

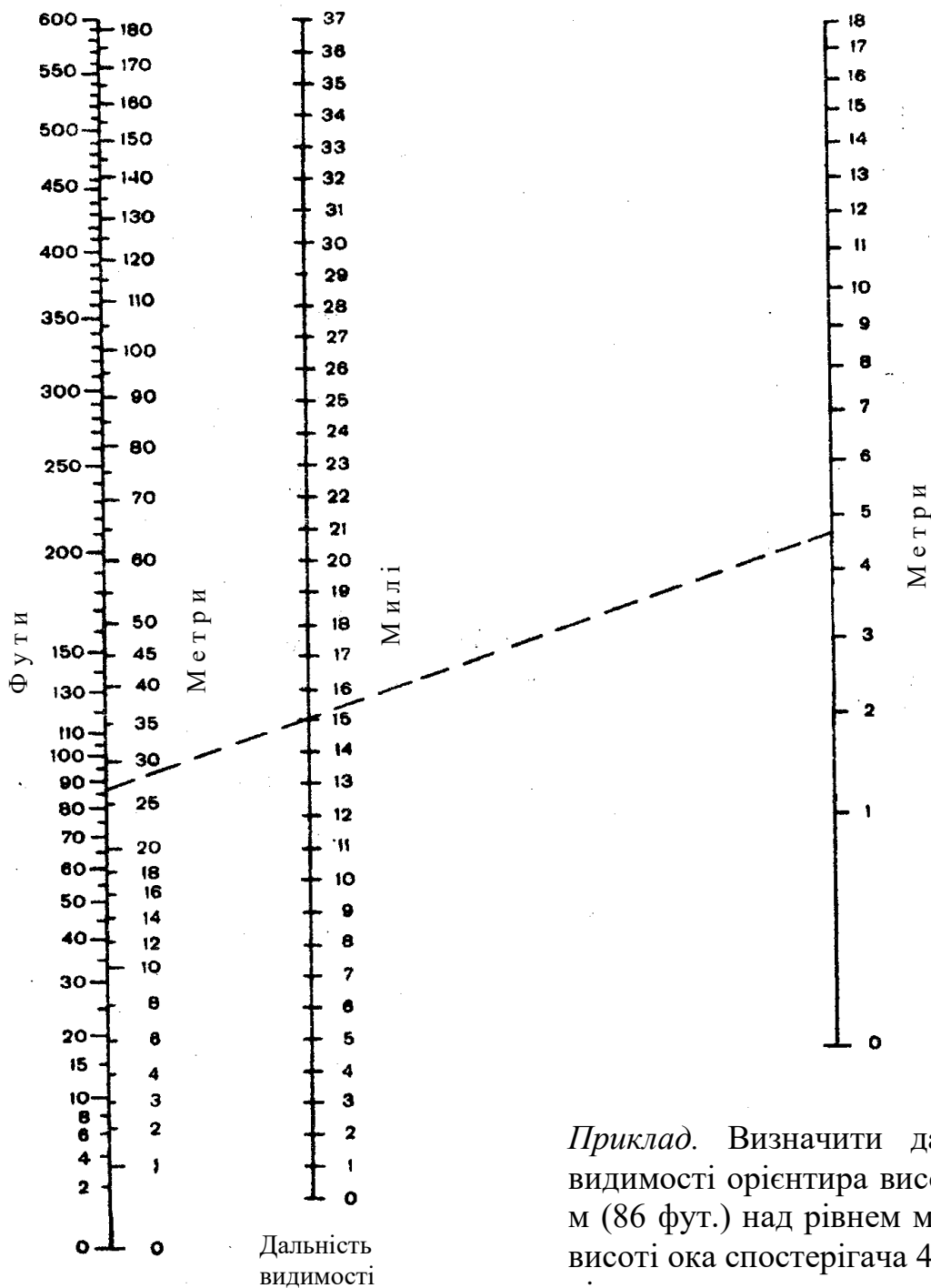
HD586

Elevation in		Height of Eye of Observer in feet/metres																							
ft		3	7	10	13	16	20	23	26	30	33	39	46	52	59	66	72	79	85	92	98	115	131	148	
m		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	
		Range in Sea Miles																							
0	0	2.0	2.9	3.5	4.1	4.5	5.0	5.4	5.7	6.1	6.4	7.0	7.6	8.1	8.6	9.1	9.5	10.0	10.4	10.7	11.1	12.0	12.8	13.6	
3	1	4.1	4.9	5.5	6.1	6.6	7.0	7.4	7.8	8.1	8.5	9.1	9.6	10.2	10.6	11.1	11.6	12.0	12.4	12.8	13.2	14.0	14.9	15.7	
7	2	4.9	5.7	6.4	6.9	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.3	9.9	10.5	11.0	11.5	12.0	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.9	15.7	16.5	
10	3	5.5	6.4	7.0	7.6	8.1	8.5	8.9	9.3	9.6	9.9	10.6	11.1	11.6	12.1	12.6	13.0	13.5	13.9	14.3	14.6	15.5	16.4	17.1	
13	4	6.1	6.9	7.6	8.1	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.5	11.1	11.7	12.2	12.7	13.1	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2	16.1	16.9	17.7	
16	5	6.6	7.4	8.1	8.6	9.1	9.5	9.9	10.3	10.6	11.0	11.6	12.1	12.7	13.2	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.7	16.6	17.4	18.2	
20	6	7.0	7.8	8.5	9.0	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.4	12.0	12.6	13.1	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.7	16.1	17.0	17.8	18.6	
23	7	7.4	8.2	8.9	9.4	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.8	12.4	13.0	13.5	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	16.1	16.5	17.4	18.2	19.0	
26	8	7.8	8.6	9.3	9.8	10.3	10.7	11.1	11.5	11.8	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	14.8	15.3	15.7	16.1	16.5	16.9	17.8	18.6	19.4	
30	9	8.1	9.0	9.6	10.2	10.6	11.1	11.5	11.8	12.2	12.5	13.1	13.7	14.2	14.7	15.2	15.6	16.0	16.4	16.8	17.2	18.1	18.9	19.7	
33	10	8.5	9.3	9.9	10.5	11.0	11.4	11.8	12.2	12.5	12.8	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	15.9	16.4	16.8	17.2	17.5	18.4	19.3	20.0	
36	11	8.8	9.6	10.3	10.8	11.3	11.7	12.1	12.5	12.8	13.2	13.8	14.3	14.9	15.4	15.8	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.8	19.6	20.4	
39	12	9.1	9.9	10.6	11.1	11.6	12.0	12.4	12.8	13.1	13.5	14.1	14.6	15.2	15.7	16.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	19.1	19.9	20.7	
43	13	9.4	10.2	10.8	11.4	11.9	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.8	17.3	17.7	18.1	18.4	19.3	20.2	20.9	
46	14	9.6	10.5	11.1	11.7	12.1	12.6	13.0	13.3	13.7	14.0	14.6	15.2	15.7	16.2	16.7	17.1	17.6	18.0	18.3	18.7	19.6	20.4	21.2	
49	15	9.9	10.7	11.4	11.9	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.3	14.9	15.5	16.0	16.5	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6	19.0	19.9	20.7	21.5	
52	16	10.2	11.0	11.6	12.2	12.7	13.1	13.5	13.9	14.2	14.5	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.5	18.9	19.2	20.1	21.0	21.7	
56	17	10.4	11.2	11.9	12.4	12.9	13.3	13.7	14.1	14.5	14.8	15.4	16.0	16.5	17.0	17.4	17.9	18.3	18.7	19.1	19.5	20.4	21.2	22.0	
59	18	10.6	11.5	12.1	12.7	13.2	13.6	14.0	14.4	14.7	15.0	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.0	19.4	19.7	20.6	21.5	22.2	
62	19	10.9	11.7	12.4	12.9	13.4	13.8	14.2	14.6	14.9	15.3	15.9	16.5	17.0	17.5	17.9	18.4	18.8	19.2	19.6	20.0	20.9	21.7	22.5	
66	20	11.1	12.0	12.6	13.1	13.6	14.1	14.5	14.8	15.2	15.5	16.1	16.7	17.2	17.7	18.2	18.6	19.0	19.4	19.8	20.2	21.1	21.9	22.7	
72	22	11.6	12.4	13.0	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	15.6	15.9	16.6	17.1	17.7	18.1	18.6	19.1	19.5	19.9	20.3	20.7	21.5	22.4	23.2	
79	24	12.0	12.8	13.5	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	16.0	16.4	17.0	17.6	18.1	18.6	19.0	19.5	19.9	20.3	20.7	21.1	22.0	22.8	23.6	
85	26	12.4	13.2	13.9	14.4	14.9	15.3	15.7	16.1	16.4	16.8	17.4	18.0	18.5	19.0	19.4	19.9	20.3	20.7	21.1	21.5	22.4	23.2	24.0	
92	28	12.8	13.6	14.3	14.8	15.3	15.7	16.1	16.5	16.8	17.2	17.8	18.3	18.9	19.4	19.8	20.3	20.7	21.1	21.5	21.9	22.8	23.6	24.4	
98	30	13.2	14.0	14.6	15.2	15.7	16.1	16.5	16.9	17.2	17.5	18.2	18.7	19.2	19.7	20.2	20.7	21.1	21.5	21.9	22.2	23.1	24.0	24.7	
115	35	14.0	14.9	15.5	16.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.1	18.4	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	21.5	22.0	22.4	22.8	23.1	24.0	24.9	25.6	
131	40	14.9	15.7	16.4	16.9	17.4	17.8	18.2	18.6	18.9	19.3	19.9	20.4	21.0	21.5	21.9	22.4	22.8	23.2	23.6	24.0	24.9	25.7	26.5	
148	45	15.7	16.5	17.1	17.7	18.2	18.6	19.0	19.4	19.7	20.0	20.7	21.2	21.7	22.2	22.7	23.2	23.6	24.0	24.4	24.7	25.6	26.5	27.2	
164	50	16.4	17.2	17.9	18.4	18.9	19.3	19.7	20.1	20.5	20.8	21.4	22.0	22.5	23.0	23.4	23.9	24.3	24.7	25.1	25.5	26.4	27.2	28.0	
180	55	17.1	17.9	18.6	19.1	19.6	20.0	20.4	20.8	21.2	21.5	22.1	22.7	23.2	23.7	24.1	24.6	25.0	25.4	25.8	26.2	27.1	27.9	28.7	
197	60	17.8	18.6	19.3	19.8	20.3	20.7	21.1	21.5	21.8	22.2	22.8	23.3	23.9	24.3	24.8	25.3	25.7	26.1	26.5	26.9	27.7	28.6	29.4	
213	65	18.4	19.2	19.9	20.4	20.9	21.4	21.7	22.1	22.5	22.8	23.4	24.0	24.5	25.0	25.5	25.9	26.3	26.7	27.1	27.5	28.4	29.2	30.0	
230	70	19.0	19.9	20.5	21.1	21.5	22.0	22.4	22.7	23.1	23.4	24.0	24.6	25.1	25.6	26.1	26.5	26.9	27.4	27.7	28.1	29.0	29.8	30.6	
246	75	19.6	20.5	21.1	21.7	22.1	22.6	23.0	23.3	23.7	24.0	24.6	25.2	25.7	26.2	26.7	27.1	27.5	27.9	28.3	28.7	29.6	30.4	31.2	
262	80	20.2	21.0	21.7	22.2	22.7	23.1	23.5	23.9	24.3	24.6	25.2	25.8	26.3	26.8	27.3	27.7	28.1	28.5	28.9	29.3	30.2	31.0	31.8	
279	85	20.8	21.6	22.2	22.8	23.3	23.7	24.1	24.5	24.8	25.1	25.8	26.3	26.9	27.3	27.8	28.3	28.7	29.1	29.5	29.9	30.7	31.6	32.4	
295	90	21.3	22.1	22.8	23.3	23.8	24.2	24.6	25.0	25.4	25.7	26.3	26.9	27.4	27.9	28.4	28.8	29.2	29.6	30.0	30.4	31.3	32.1	32.9	
312	95	21.8	22.7	23.3	23.9	24.3	24.8	25.2	25.5	25.9	26.2	26.8	27.4	27.9	28.4	28.9	29.3	29.7	30.1	30.5	30.9	31.8	32.6	33.4	
328	100	22.3	23.2	23.8	24.4	24.9	25.3	25.7	26.1	26.4	26.7	27.3	27.9	28.4	28.9	29.4	29.8	30.3	30.7	31.1	31.4	32.3	33.2	33.9	
361	110	23.3	24.2	24.8	25.4	25.8	26.3	26.7	27.0	27.4	27.7	28.3	28.9	29.4	29.9	30.4	30.8	31.3	31.7	32.1	32.4	33.3	34.1	34.9	
394	120	24.3	25.1	25.8	26.3	26.8	27.2	27.6	28.0	28.3	28.7	29.3	29.8	30.4	30.9	31.3	31.8	32.2	32.6	33.0	33.4	34.3	35.1	35.9	
427	130	25.2	26.0	26.7	27.2	27.7	28.1	28.5	28.9	29.2	29.6	30.2	30.8	31.3	31.8	32.2	32.7	33.1	33.5	33.9	34.3	35.2	36.0	36.8	
459	140	26.1	26.9	27.6	28.1	28.6	29.0	29.4	29.8	30.1	30.5	31.1	31.6	32.2	32.6	33.1	33.6	34.0	34.4	34.8	35.2	36.0	36.9	37.7	
492	150	26.9	27.7	28.4	28.9	29.4	29.9	30.2	30.6	31.0	31.3	31.9	32.5	33.0	33.5	34.0	34.4	34.8	35.2	35.6	36.0	36.9	37.7	38.5	
525	160	27																							

Номограма. ГЕОГРАФІЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ ПРЕДМЕТІВ.

Висота орієнтира,
що спостерігається

Висота ока
спостерігача



Приклад. Визначити дальність видимості орієнтира висотою 26 м (86 фут.) над рівнем моря при висоті ока спостерігача 4,6 м над рівнем моря.

Розв'язання.

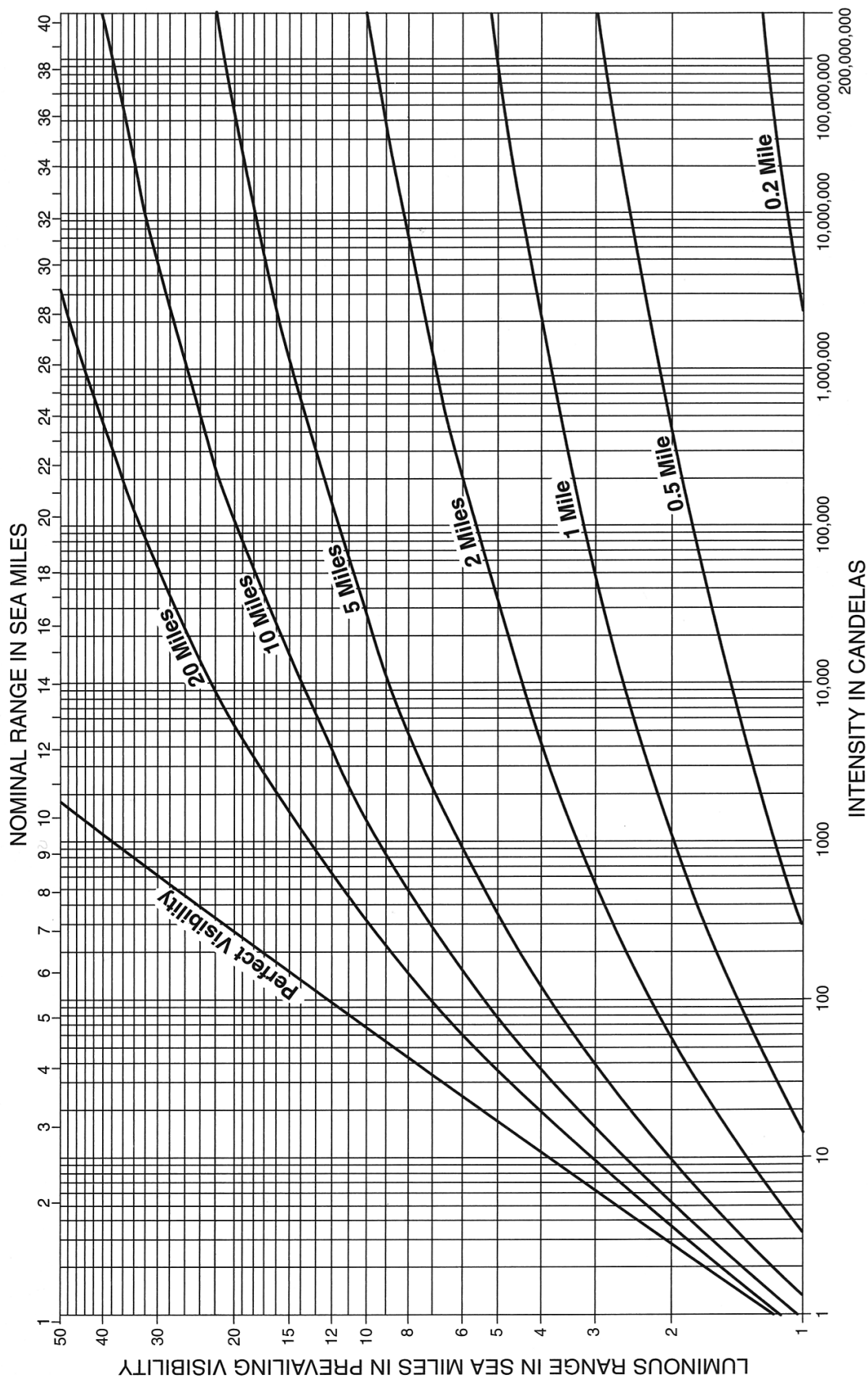
Дальність видимості орієнтира 15 миль.

НОМОГРАМИ ОПТИЧНОЇ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ

а) з посібника “Admiralty List of Lights and Fog Signals”

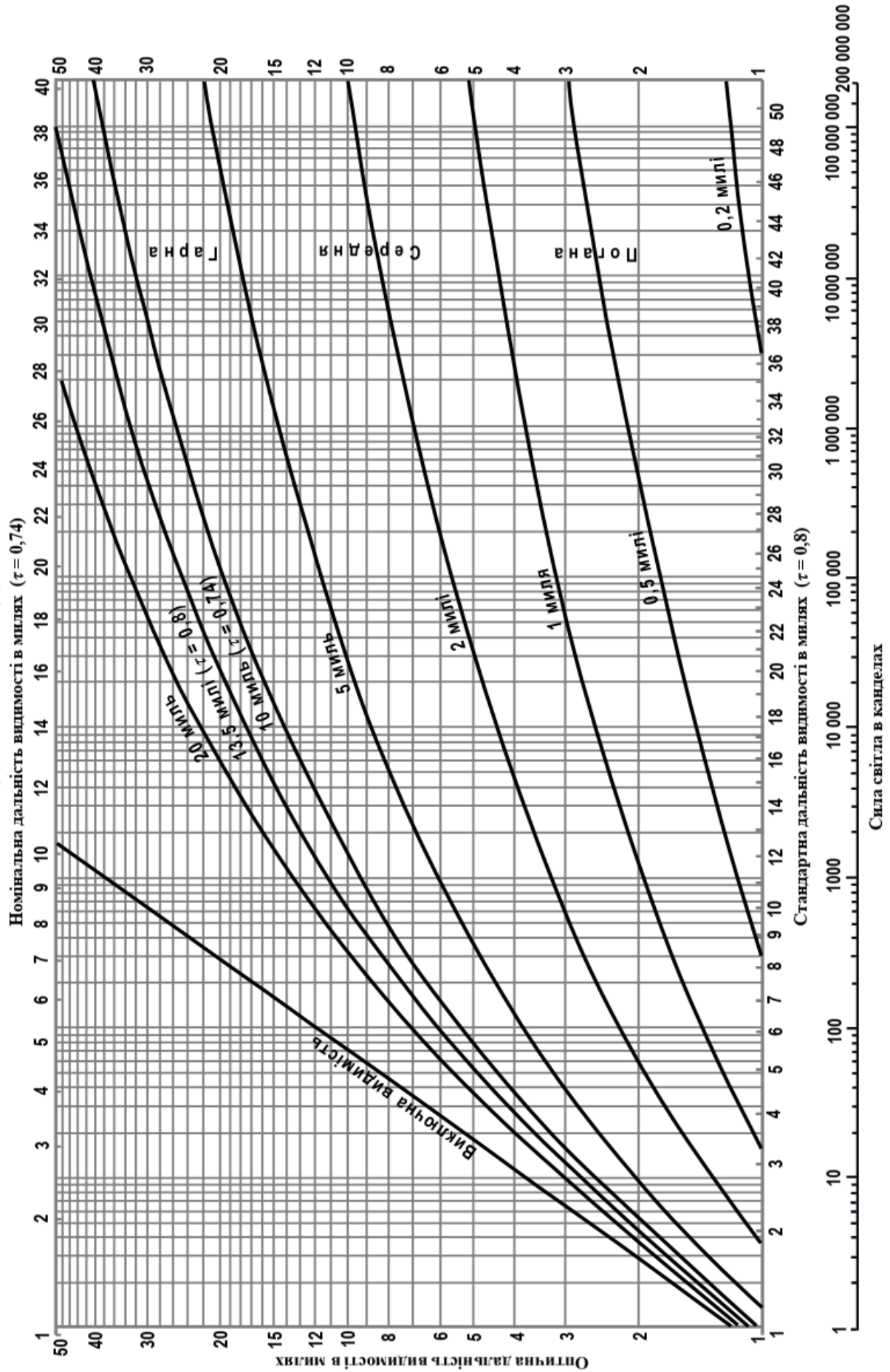
HD574

LUMINOUS RANGE DIAGRAM



б) з посібника «Вогні та знаки»

НОМОГРАМА ОПТИЧНОЇ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ВОГНІВ



УЧБОВА ТАБЛИЦЯ ДЕВІАЦІЇ № 1

КК° (МК)	δ°	КК° (МК)	δ°
0°	+2,3°	180°	-1,7°
10°	+1,7°	190°	-0,7°
20°	+1,3°	200°	+0,3°
30°	+1,0°	210°	+1,3°
40°	+0,5°	220°	+2,0°
50°	0,0°	230°	+2,7°
60°	-0,7°	240°	+3,5°
70°	-1,5°	250°	+4,0°
80°	-2,0°	260°	+4,3°
90°	-2,7°	270°	+4,5°
100°	-3,3°	280°	+4,5°
110°	-3,7°	290°	+4,3°
120°	-4,0°	300°	+4,0°
130°	-4,3°	310°	+3,7°
140°	-4,0°	320°	+3,5°
150°	-3,7°	330°	+3,0°
160°	-3,3°	340°	+2,7°
170°	-2,5°	350°	+2,5°
180°	-1,7°	360°	+2,3°

СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ОДИНИЦЯМИ ШВИДКОСТІ

ВУЗЛИ	КБТ/ХВ.	М/С	М/ХВ.	КМ/ГОД	ВУЗЛИ	КБТ/ХВ.	М/С	М/ХВ.	КМ/ГОД
1	0,17	0,51	30,9	1,85	26	4,33	13,38	802,5	48,15
2	0,33	1,03	61,7	3,70	27	4,50	13,89	833,4	50,00
3	0,50	1,54	92,6	5,56	28	4,67	14,40	864,3	51,86
4	0,67	2,06	123,5	7,41	29	4,83	14,92	895,1	53,71
5	0,83	2,57	154,3	9,26	30	5,00	15,43	926,0	55,56
6	1,00	3,09	185,2	11,11	31	5,17	15,95	956,9	57,41
7	1,17	3,60	216,1	12,96	32	5,33	16,46	987,7	59,26
8	1,33	4,12	246,9	14,82	33	5,50	16,98	1018,6	61,12
9	1,50	4,63	277,8	16,67	34	5,67	17,49	1049,5	62,97
10	1,67	5,14	308,7	18,52	35	5,83	18,01	1080,3	64,82
11	1,83	5,66	339,5	20,37	36	6,00	18,52	1111,2	66,67
12	2,00	6,17	370,4	22,22	37	6,17	19,03	1142,1	68,52
13	2,17	6,69	401,3	24,08	38	6,33	19,55	1172,9	70,38
14	2,33	7,20	432,1	25,93	39	6,50	20,06	1203,8	72,23
15	2,50	7,72	463,0	27,78	40	6,67	20,58	1234,7	74,08
16	2,67	8,23	493,9	29,63	41	6,83	21,09	1265,5	75,93
17	2,83	8,75	524,7	31,48	42	7,00	21,61	1296,4	77,78
18	3,00	9,26	555,6	33,34	43	7,17	22,12	1327,3	79,64
19	3,17	9,77	586,5	35,19	44	7,33	22,64	1358,1	81,49
20	3,33	10,29	617,3	37,04	45	7,50	23,15	1389,0	83,34
21	3,50	10,80	648,2	38,89	46	7,67	23,66	1419,9	85,19
22	3,67	11,32	679,1	40,74	47	7,83	24,18	1450,7	87,04
23	3,83	11,83	709,9	42,60	48	8,00	24,69	1481,6	88,90
24	4,00	12,35	740,8	44,45	49	8,17	25,21	1512,5	90,75
25	4,17	12,86	771,7	46,30	50	8,33	25,72	1543,3	92,60

Корніюк В. Я.

К67 Навігація і лоція : навчально-методичний посібник (практикум) : у 2 ч. Частина I / В. Я. Корніюк, А. О. Буга ; Інститут ВМС Нац. ун-та «Одес. морська акад.». – Одеса : Астропринт, 2023. – 68 с.

ISBN 978-966-927-921-7

Практичне відпрацювання отриманого теоретичного матеріалу є однією з найважливіших складових вивчення курсу навігації і лоції. Є низка дій, які штурман повинен виконувати автоматично, навіть не відволікаючи на них свою увагу – розрахунок та вживання поправок компасів, переведення та виправлення курсів і пеленгів та ін. Практичні роботи, які пропонує посібник, призначені для опрацювання та тренування саме таких дій.

Для кожної роботи наводяться короткі теоретичні відомості, порядок її практичного виконання та завдання за варіантами. Додаються необхідні для виконання номограми, таблиці та схеми.

Призначений для курсантів Інституту Військово-Морських Сил НУ «ОМА».

УДК 656.61.052 (078)

Навчальне видання

КОРНІЮК Володимир Якович
БУГА Андрій Олександрович

НАВІГАЦІЯ І ЛОЦІЯ

Навчально-методичний посібник (практикум)
у двох частинах

Частина I

Надруковано в авторській редакції
з готового оригінал-макета

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 3,95
Тираж 43 прим. Зам. № 422 (30)

Видавництво і друкарня «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855

e-mail: astro_print@ukr.net; www.astroprint.ua; www.stranichka.in.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2023 р.

