

ОСНОВИ КОРАБЛЕВОДІННЯ

Кораблеводіння - наука, що вивчає теоретичні та практичні питання безпеки плавання кораблів, їх маневрування та навігаційного забезпечення застосування їх зброї.

Основні завдання кораблеводіння:

- 1) Вибір найбільш вигідного маршруту руху корабля (в т.ч. безпечного в навігаційному відношенні) для виконання поставленого завдання.
- 2) Забезпечення руху корабля обраним маршрутом, знання в будь-який момент часу місця корабля.
- 3) Здійснення бойового маневрування з метою застосування його зброї та виконання інших бойових завдань.

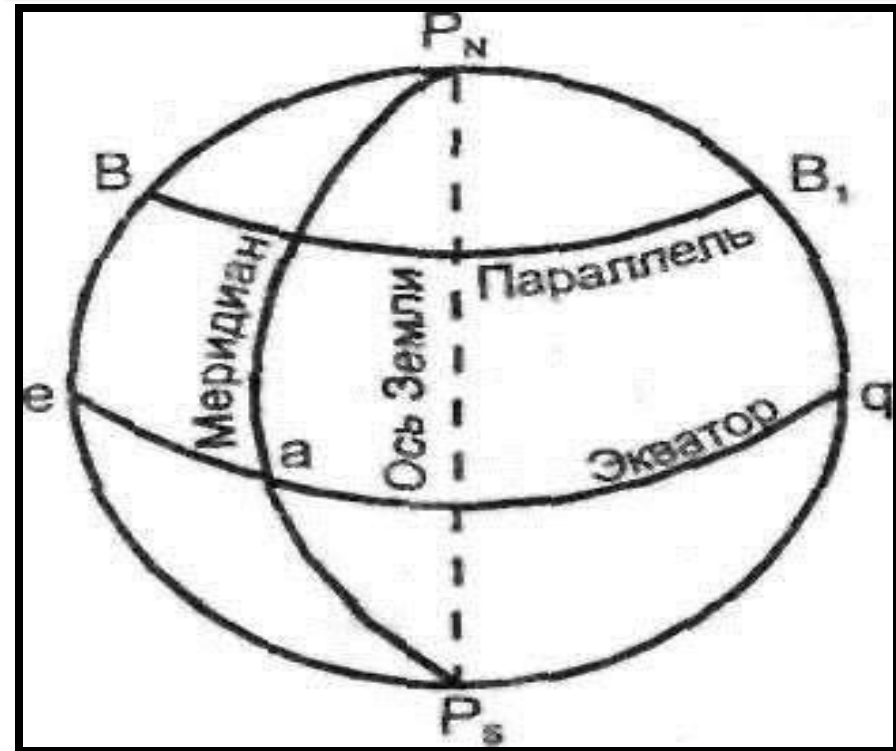
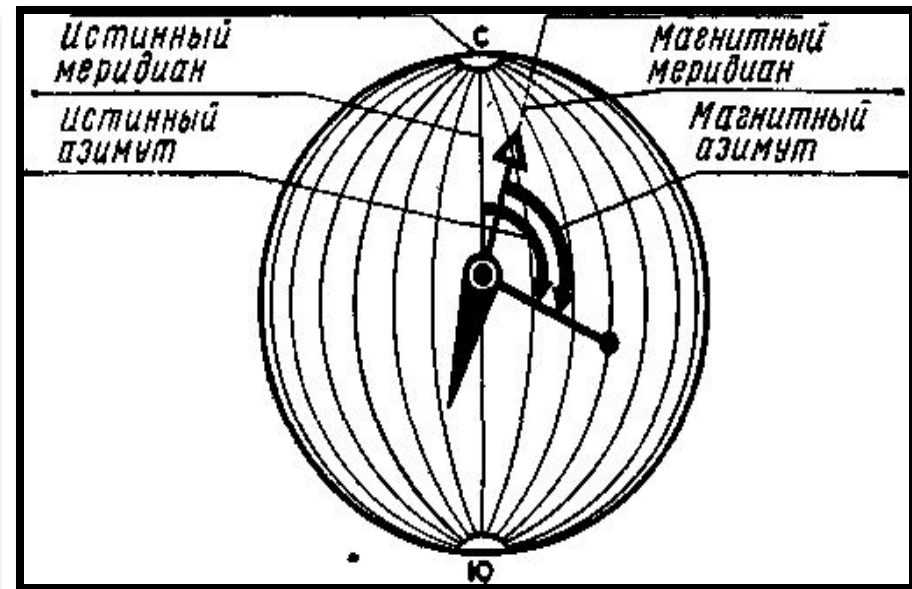
Складові кораблеводіння

- **Навігація**-основна дисципліна КВ, яка вивчає правила зчислення шляху корабля та загальні основи визначення його місця в морі, а також визначення поправки системи курсовказування по навігаційним орієнтирам.
- **Морехідна астрономія (Астронавігація)**-дисципліна, яка вивчає методи та засоби визначення місця корабля в морі по небесним світилам (сонце, зірки, планети).
- **Технічні засоби кораблеводіння** – дисципліна, що вивчає призначення, принцип дії, будову (конструкцію) та правила експлуатації приладів, інструментів, систем за допомогою яких здійснюється кораблеводіння.

- **Лоція** – дисципліна, що вивчає правила вивчення морського театру, району плавання з метою обирання маршруту плавання. А також - використання морських навігаційних карт, правила отримання навігаційної інформації та інше.
- **Морська гідрометеорологія** – дисципліна, що вивчає фізичні процеси в атмосфері та гідросфері, їх вплив на корабель, на застосування ним зброї. Також - засоби та методи визначення гідрометеорологічних параметрів, їх аналіз з метою прогнозування погоди.

- Будь-яка площина, що проходить через вісь землі називається площиною **істинного меридіану**.

- Площина, яка проходить перпендикулярно вісі Землі через центр еліпсу, називається **площиною екватора**, а лінія її перетину з поверхнею Землі - **земним екватором**.



- Уявимо собі спостерігача, що знаходиться в т. М на земній поверхні. Площина істинного меридіану, яка проходить через т. М називається **площиною меридіану спостерігача**, а лінія перетину площини – **істинним меридіаном спостерігача**.
- Пряма **ZM**, яка співпадає з напрямком сили тяжіння в т.М – називається **вертикальною лінією**.
- Площина **H**, що перпендикулярна вертикальній лінії – називається **площиною істинного горизонту**

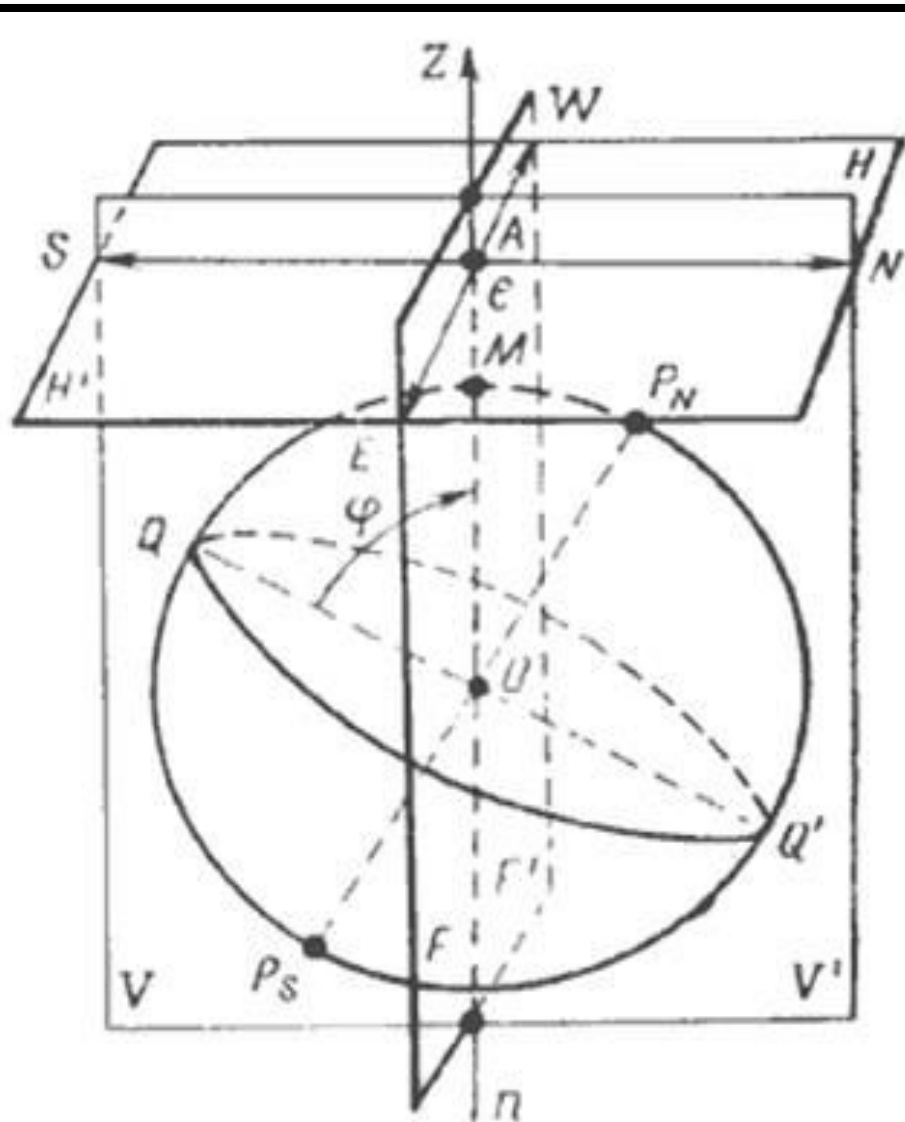


Рис. 4. Основи лінії и плоско-
сти наблюдателя

Морські міри довжини та швидкості

- В основу системи мір в кораблеводінні прийнята лінійна **довжина дуги 1-ої хвилини земного меридіану**. Довжина 1 хвилини дуги меридіану не всюди однакова внаслідок еліптичної форми Землі, але в кораблеводінні приймається її середнє значення **1852 м - або морська миля**.
- В якості одиниць довжини також застосовують **кабельтов-одна десята морської милі (185, 2 м)**
- **Артилерійський кабельтов (182,9)**. В артилерійських кабельтових можуть градуїруватися шкали приладів управління стрільбою, АРЛС та дальномірів. Перехід від відстані в кабельтових до відстані в артилерійських кабельтових кабельтова **Дак=1.013 Дмк**
Міра швидкості – вузел (1 морська миля за годину), кабельтов за хвилину – використовують при вирішенні завдань тактичного маневрування на планшетах.

Визначення напрямків в морі.

- **Визначення напрямків на поверхні Землі зводиться до виміру кута між площиною істинного меридіану та вертикальною площиною, що проходить через об'єкт, на який визначається напрямок.**
- **Використовують кругову систему відліку від 0 до 360°. Відлік починається від північної частини істинного меридіану.**



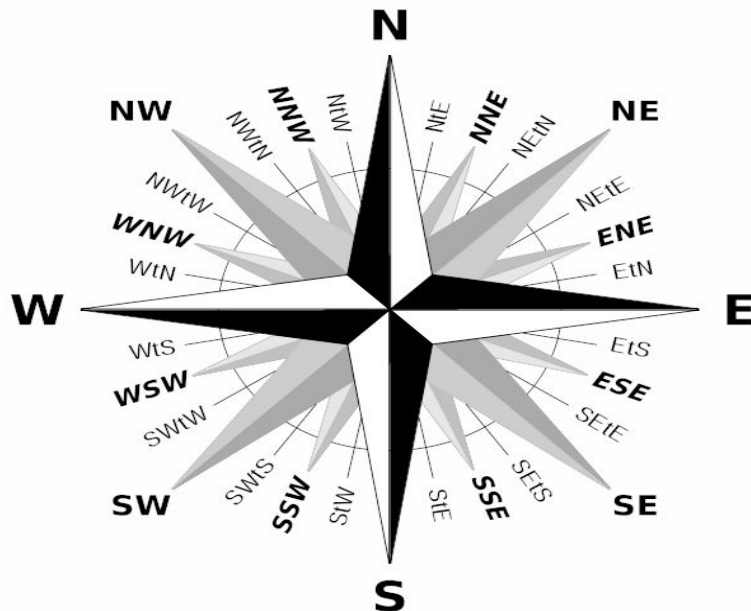
Рис. 8. Изображение истинного курса, истинного пеленга и курсового угла

- **Істинний курс** – кут між площиною іст. меридіану та діаметральною площиною корабля (іст. меридіаном та лінією курсу).
- **Істинний пеленг** – кут між площиною іст. меридіана та вертикальною площиною, що проходить через об'єкт спостереження.
- **Курсовий кут** – кут між діаметральною площиною корабля та напрямком на об'єкт.

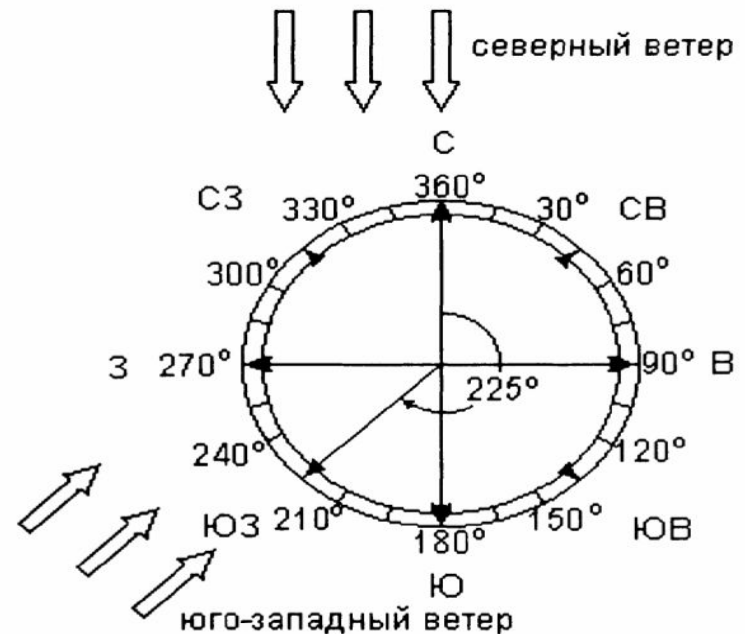
$$\Pi = \text{IK} + \text{K кут}$$
$$\text{K кут} = \Pi - \text{IK}$$

- Курсовий кут відраховується від діаметральної площини корабля вліво або вправо від 0 до 180°, при цьому (при використанні формул) курсові кути правого борту беруться із знаком “+”, лівого борту - із знаком “-”.

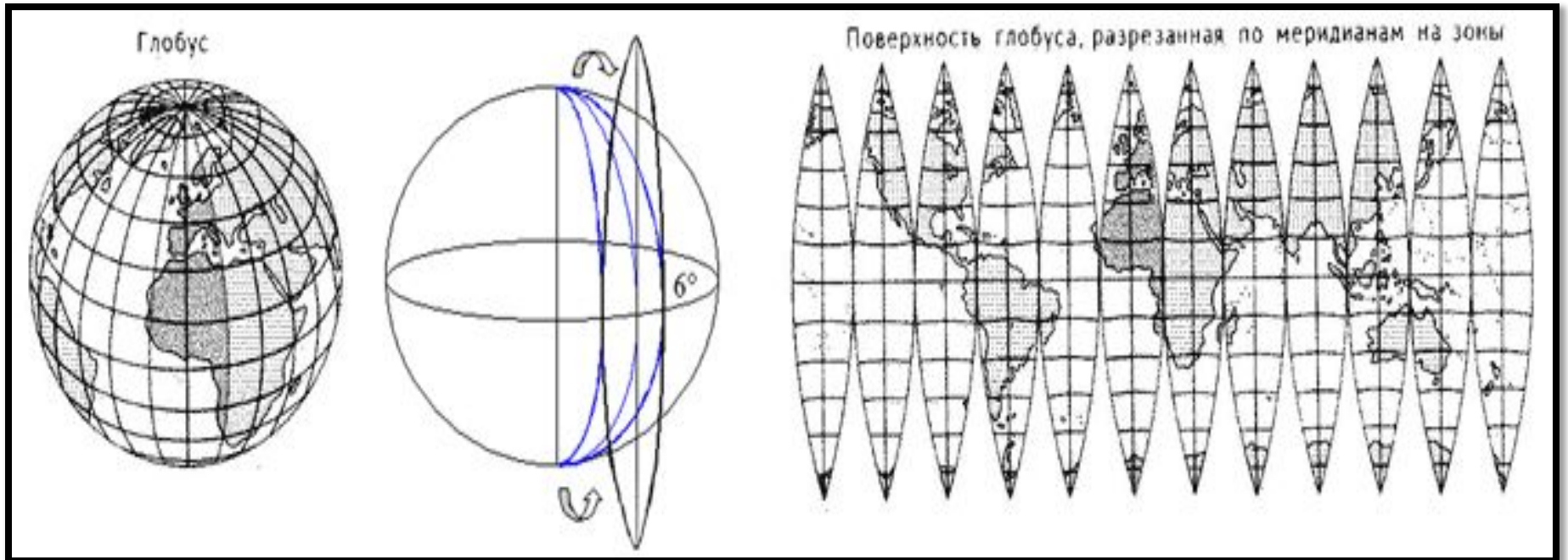
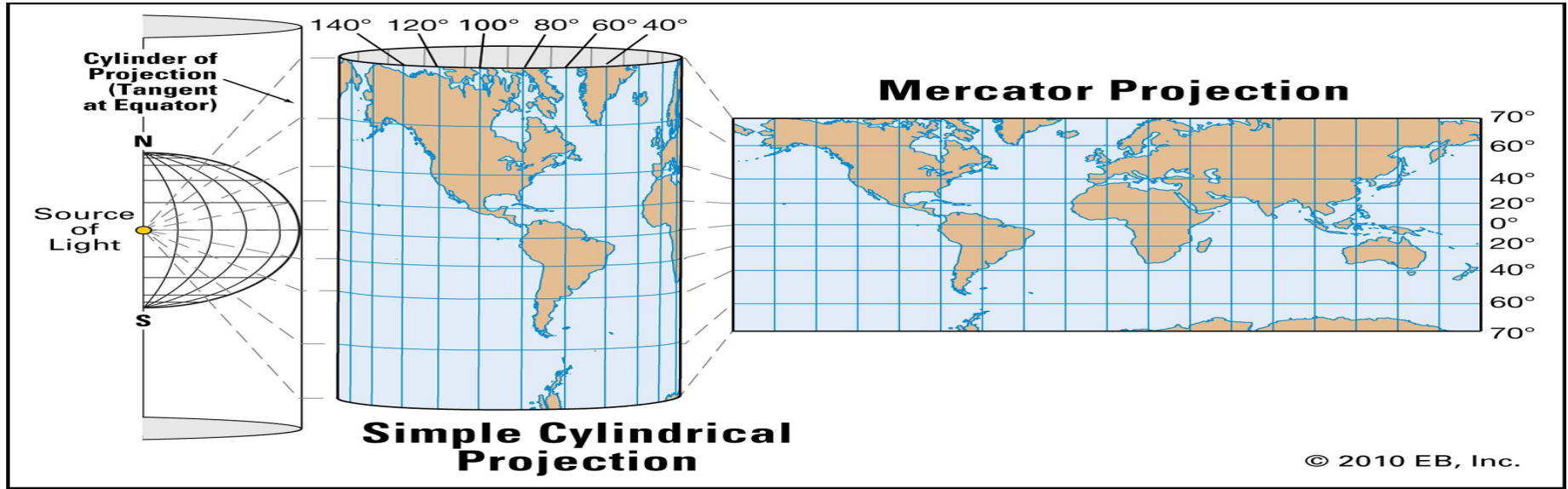
Роза румбов



Система градусов

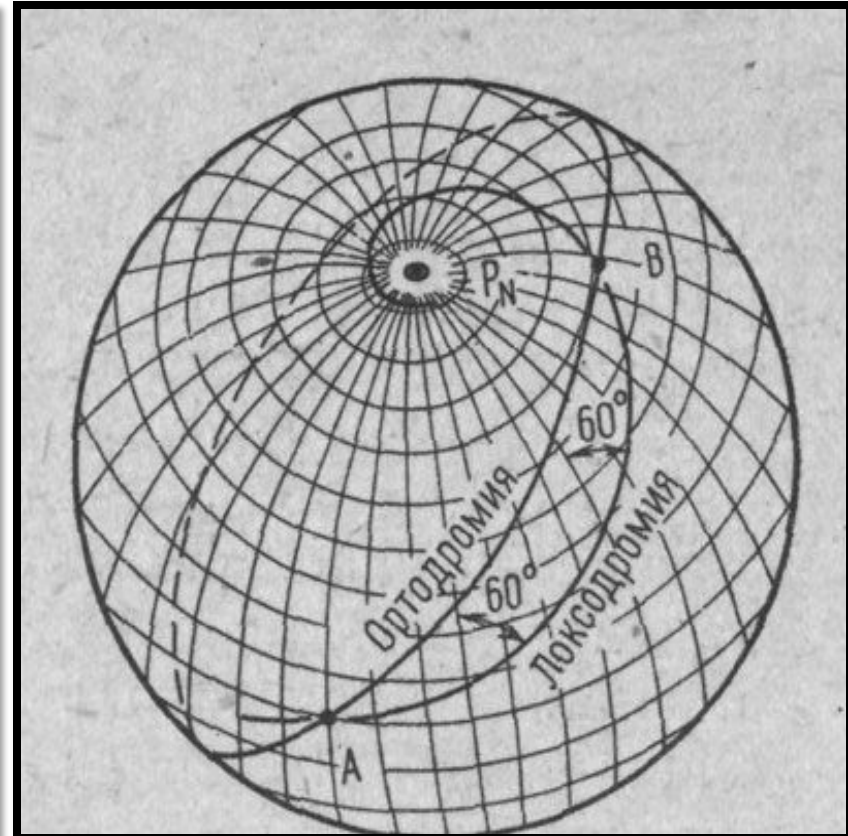
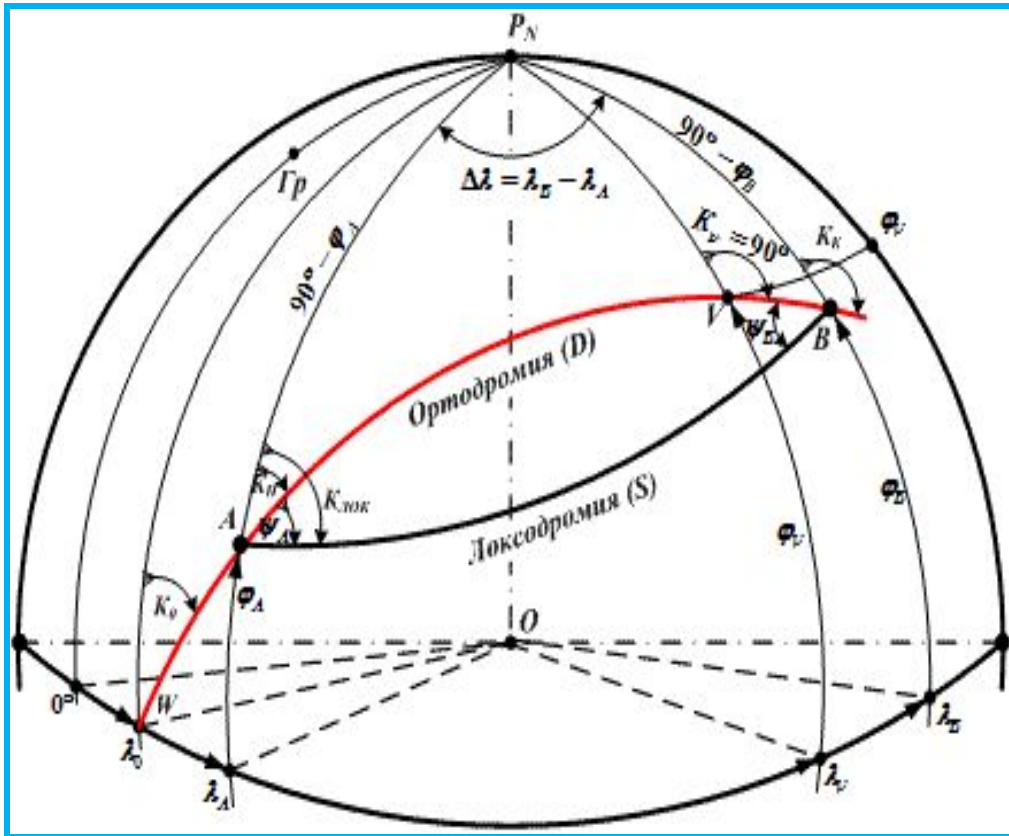


Проекція Меркатора



Локсодромія - лінія, по якій рухається корабель на поверхні Землі прямуючи постійним курсом.

Ортодромія - лінія найкоротшої відстані між двома точками на поверхні Землі.



Поняття про помилки вимірювань.

- Практично всі вимірювання навігаційних параметрів в кораблеводіння мають похибки. Похибки поділяють на **звичайні (постійні)** та **промахи (грубі помилки)**.
- Звичайним (постійним) похибкам запобігти неможливо, вони завжди зменшують точність вимірювань. Промахи виникають внаслідок неувважності судноводія або дій зовнішніх факторів (хитавиця, перешкоди і т.д.) Якщо виконано серію вимірювань однієї величини (наприклад пеленга чи відстані до орієнтира), то вимірювання, в якому є промах буде суттєво відрізнятися від усіх інших.
- До звичайних похибок відносять систематичні та випадкові похибки-тобто такі,які в серії вимірювань залишаються постійними або закономірно змінюються. **Систематичні похибки компенсуються шляхом введення в результати вимірювань поправок в показники приладів.**

До систематичних похибок відносяться інструментальні похибки приладів (поправка компаса, лага, годинників), похибки пов'язані з методом вимірювань (не залежать від похибки приладів). Однак, будь-яка поправка відома нам з певною помилкою – тому, введені в вимірювання поправки містять в собі залишкові систематичні помилки.

Випадкові похибки можуть мати різні величини та знаки. Поява випадкових помилок різних знаків рівноімовірна.

Шляхи виключення, мінімізації випадкових похибок:

- 1) справний стан приладів (відсутність люфтів в рухомих частинах).
- 2) ретельність вимірювань та зняття відліків зі шкал приладів
- 3) систематичне тренування в проведенні вимірювань навігаційних параметрів
- 4) збільшення числа вимірювань одної і тої самої величини з наступним осередненням результатів.

Поняття про поправку компасу.

- Прилади, призначені для виміру напрямків в морі називаються компасами. В наслідок описаних вище похибок напрямків компасного меридіану не співпадає з напрямком істинного меридіану на певний кут ΔGK , який називається поправкою компаса.
- Тому курс корабля, який показує компас відрізняється від істинного курсу, як і компасний пеленг-від істинного пеленга.

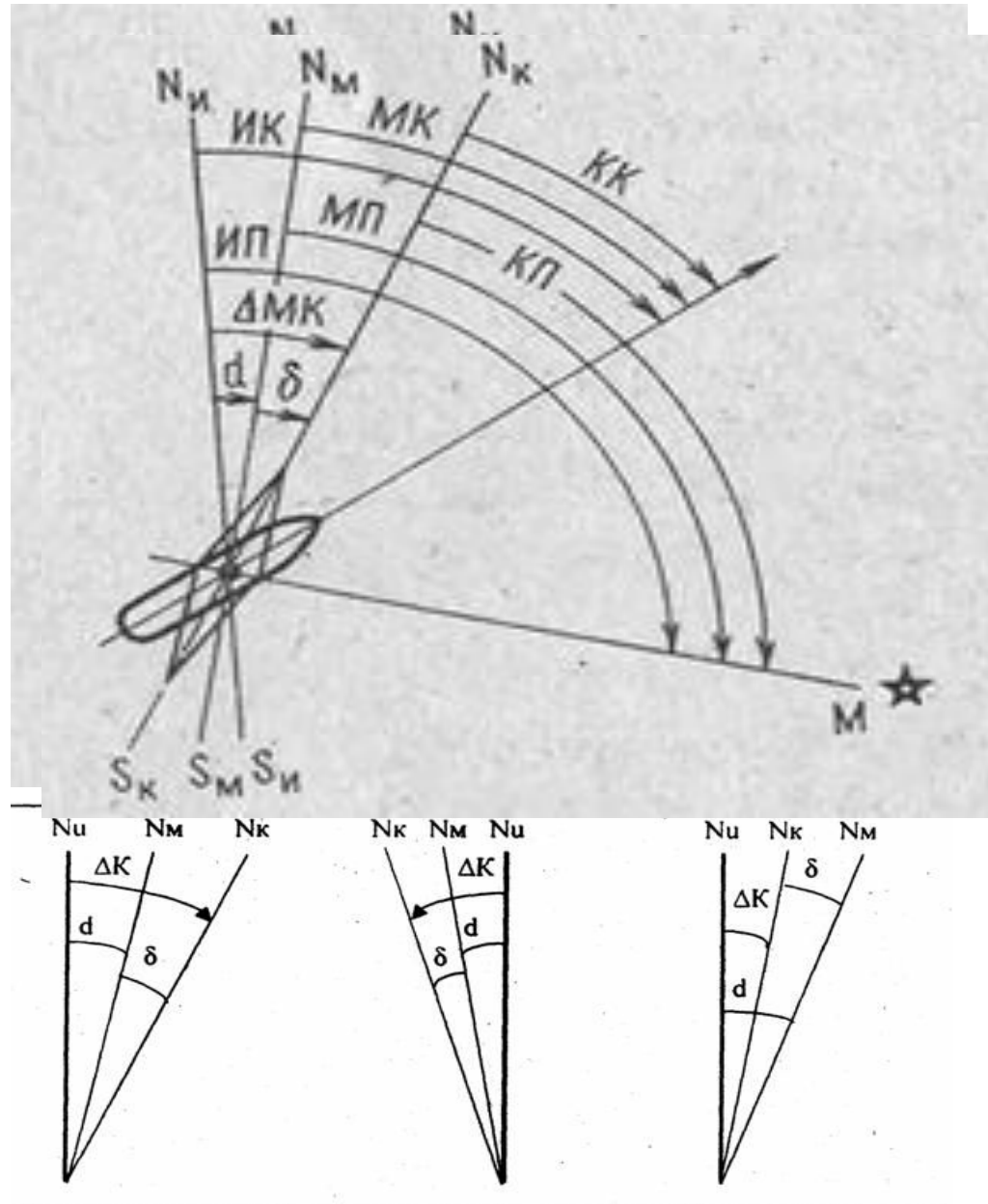
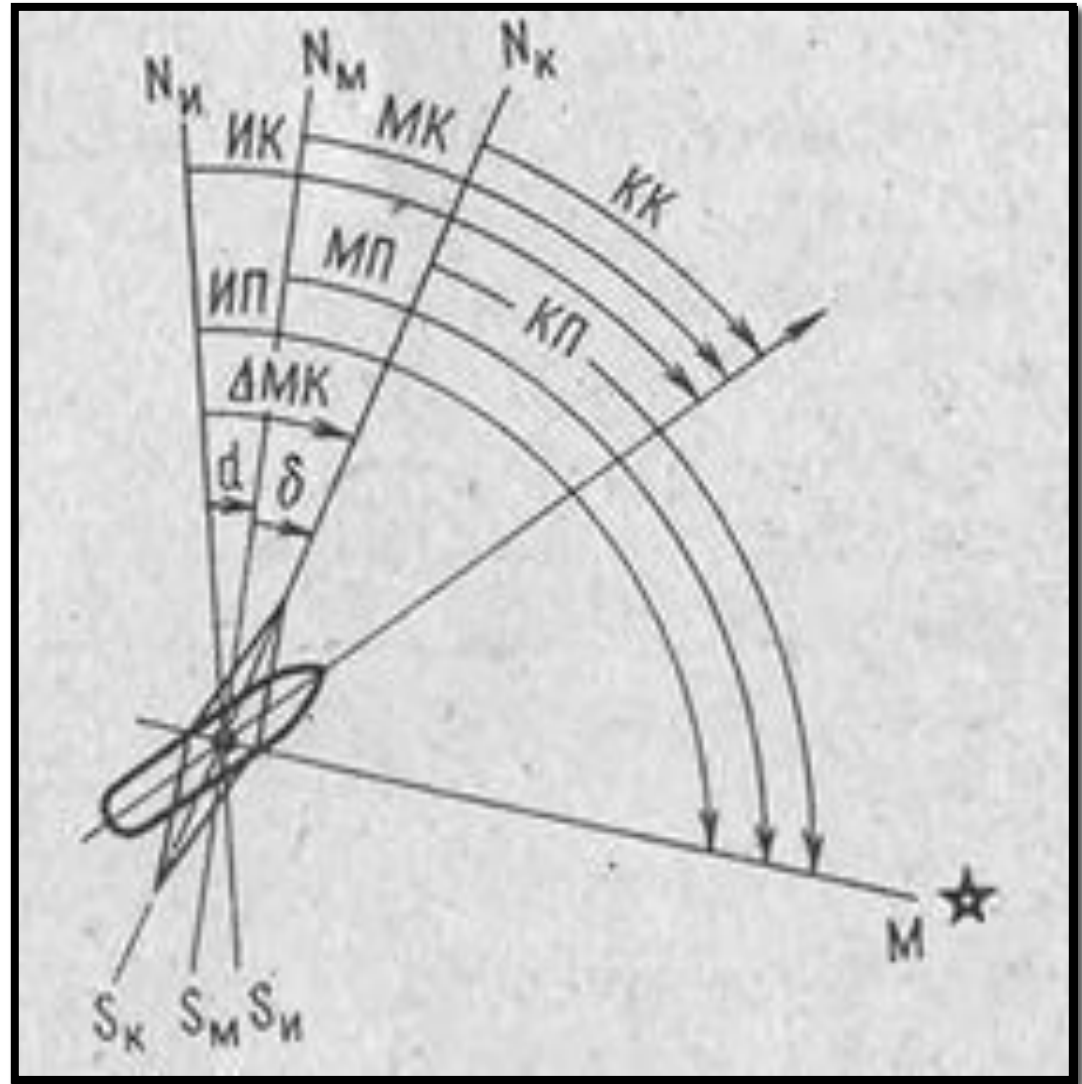


Рис. 195. Поправка компаса.

$$IK = KK + \Delta GK$$

$$IP = KP + \Delta GK$$

- ??? Дивлячись на малюнок дайте визначення, що таке *компасний курс* та *компасний пеленг*.
- Чому дорівнює поправка компаса, коли вона позитивна, а коли негативна?

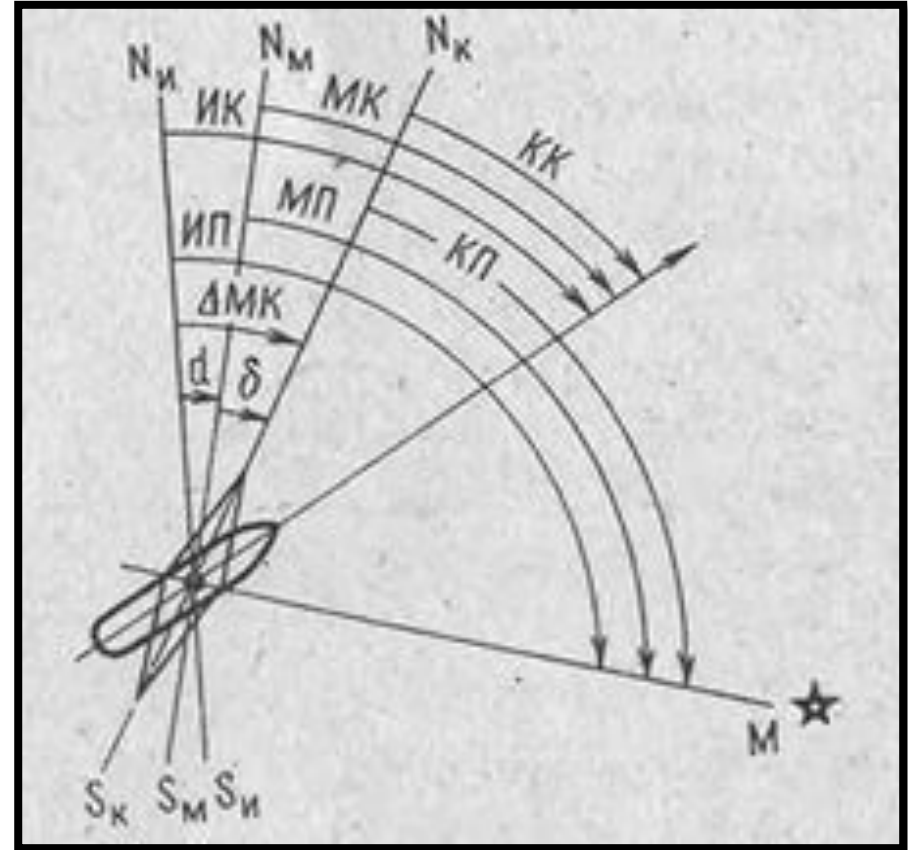


Вимоги до визначення та контролю поправки компаса

- 1. Регулярність визначення поправок. У відкритому морі, якщо дозволяють обставини – 1 раз на 4 години, а при плаванні поблизу берегів при кожній можливості.
- 2. Злічення (порівняння) показників курсовказівників. Якщо при незмінному курсі одного з курсовказівників компасний курс на іншому змінюється-це говорить про зміну поправки одного з них. Злічення слід проводити декілька разів за вахту.
- Злічення курсів основного та резервного курсовказівників покладається також на вахтового рульового (кожні 10 хвилин). При виявленні розходження більш ніж на 1 градус від попереднього негайно доповідають штурману.

Магнітний компас

- Устрій МК основний на властивості магнітної стрілки встановлюватись в напрямку дії силових ліній магнітного поля Землі.
- Магнітне схилення, d – кут між істинним меридіаном та магнітним меридіаном. Східному схиленню привласнюється знак “+”, західному “-”. Величина магнітного схилення різна в різних точках Землі та змінюється з року в рік, про що зазначається на морських картах.



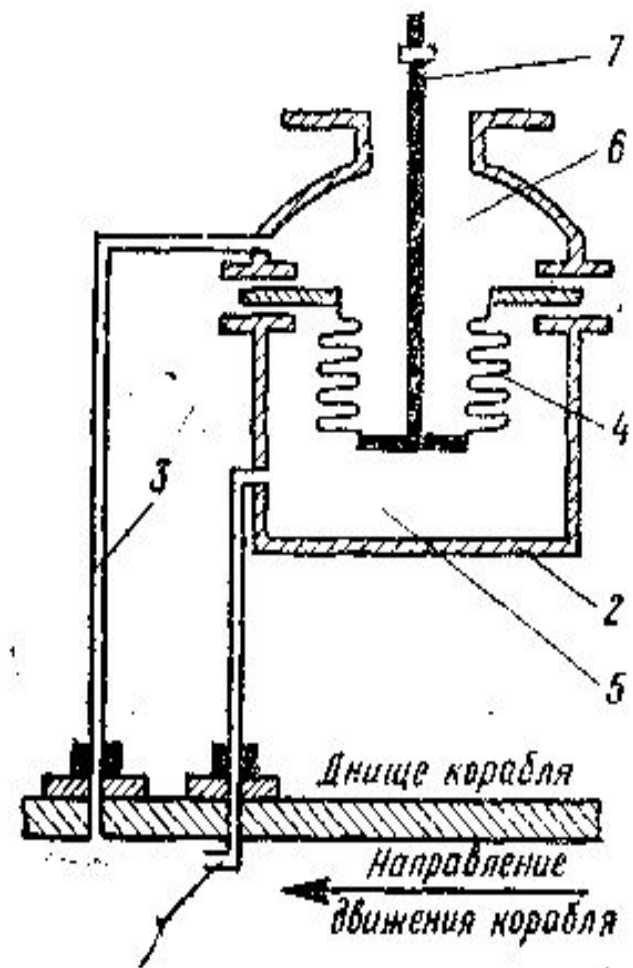
- Для вирахування величини магнітного схилення необхідно привести його до року плавання
- **$\Delta M_K + \Delta D$ ($R_{\text{плав}} - R_{\text{вид.мнк}}$)**
- На магнітний компас діє магнітне поле самого корабля, яке виникає внаслідок намагнічування його металевих конструкцій магнітним полем Землі. Тому вісь магнітної стрілки встановлюється в напрямку сумарної дії магнітного поля Землі та корабля, тобто відхиляється ще на певний кут.
- **Девіація , δ – кут між площиною компасного та магнітного меридіану.**
- Величина девіації залежить від магнітного курсу корабля. Щоб її зкомпенсувати в нактоузі МК поміщують бруски заліза та магніти, які встановлюються певним чином. Штурман визначає залишкову девіацію на основних магнітних курсах та зводить її в таблицю.
- Загальна поправка МК
 - **$\Delta M_K = d + \delta$**

Вирішення практичного завдання.

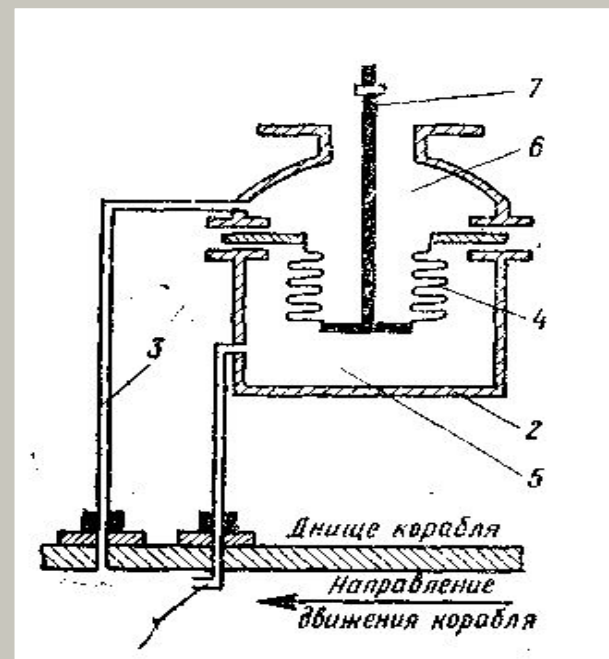
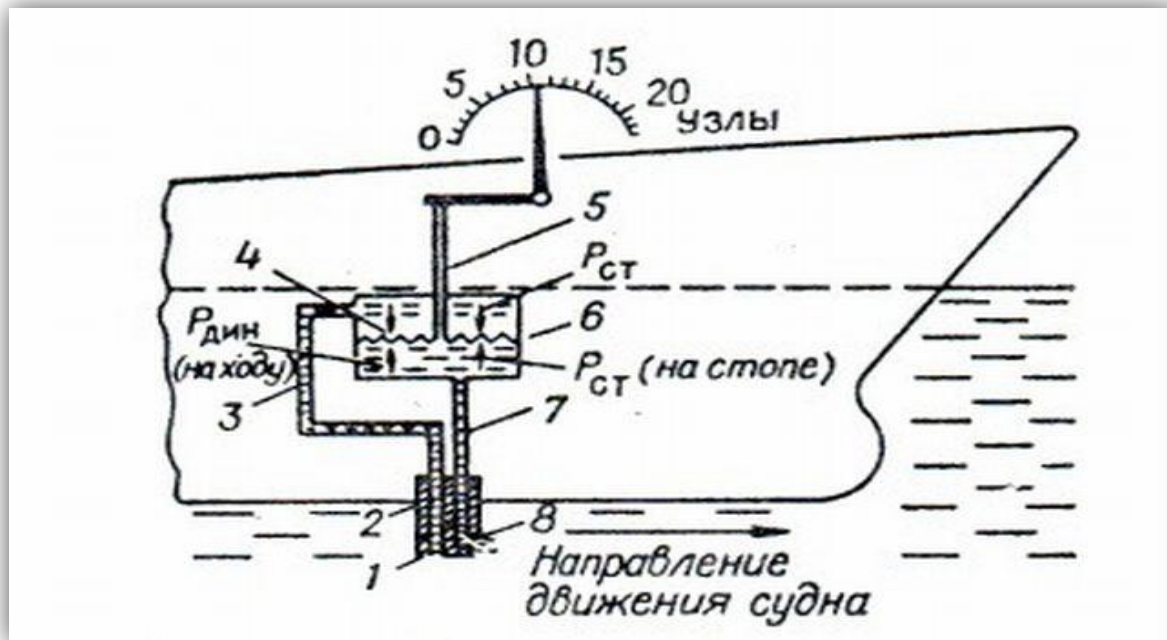
- *Який курс по МК необхідно задати рульовому по компасу, щоб корабель рухався по заданому шляху (істинному курсу)?*
- 1) Зняти з карти магнітне схилення (привести до року плавання)
- 2) Розрахувати магнітний курс:
 - $МК = ІК - d$
- 3) По розрахованому МК увійти в таблицю девіації та вибрати її значення.
- 4) Розрахувати загальну поправку магнітного компасу $\Delta МК$
 - $ІК = К_{МК} + \Delta МК$
 - $К_{МК} = ІК - \Delta МК$

Лаг

- **Лаг**-прилад призначений для виміру швидкості руху корабля відносно води (відносні лаги) та пройденої ним відстані.
- Відносні лаги по принципу роботи бувають гідродинамічні та індукційні.
- Гідродинамічний лаг має приймач повного тиску з отвором, направленим в ніс корабля та приймач статичного тиску з отвором, направленим перпендикулярно діаметральній площині корабля



Через приймачі по системі трубопроводів повний та статичний тиск подається до диференційного (порівнюючого) манометру центрального приладу лага за допомогою якого вимірюється різниця тисків (динамічний тиск). Манометри (пружини) відрегульовані так, що динамічний тиск пропорційний швидкості ходу.



Внаслідок певних технічних недосконалостей відліки лагу про пройденої відстань в загальному випадку неточні - тобто відстань (Ол2-Ол1=РОЛ) пройдена за певний проміжок часу відрізняється від реальної відстані, яку корабель пройшов відносно води ($V_{л} t$).

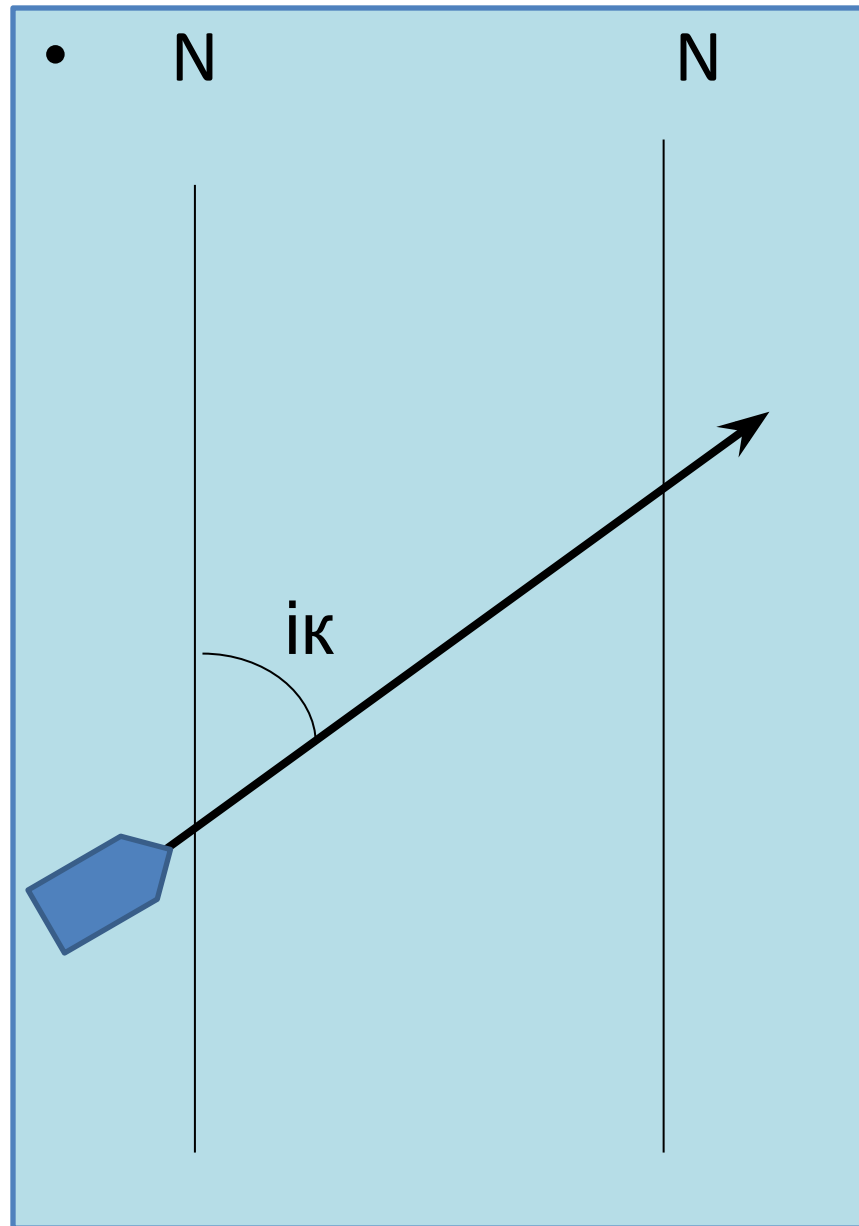
Для компенсації таких неточностей при веденні зчислення шляху корабля на карті слід використовувати коефіцієнт лагу **кл.**

Його розраховують для різних режимів ходу корабля під час визначення МЕК на мірній лінії.

$$\mathbf{Кл} = \mathbf{S} / \mathbf{рол}$$

Зчислення шляху корабля

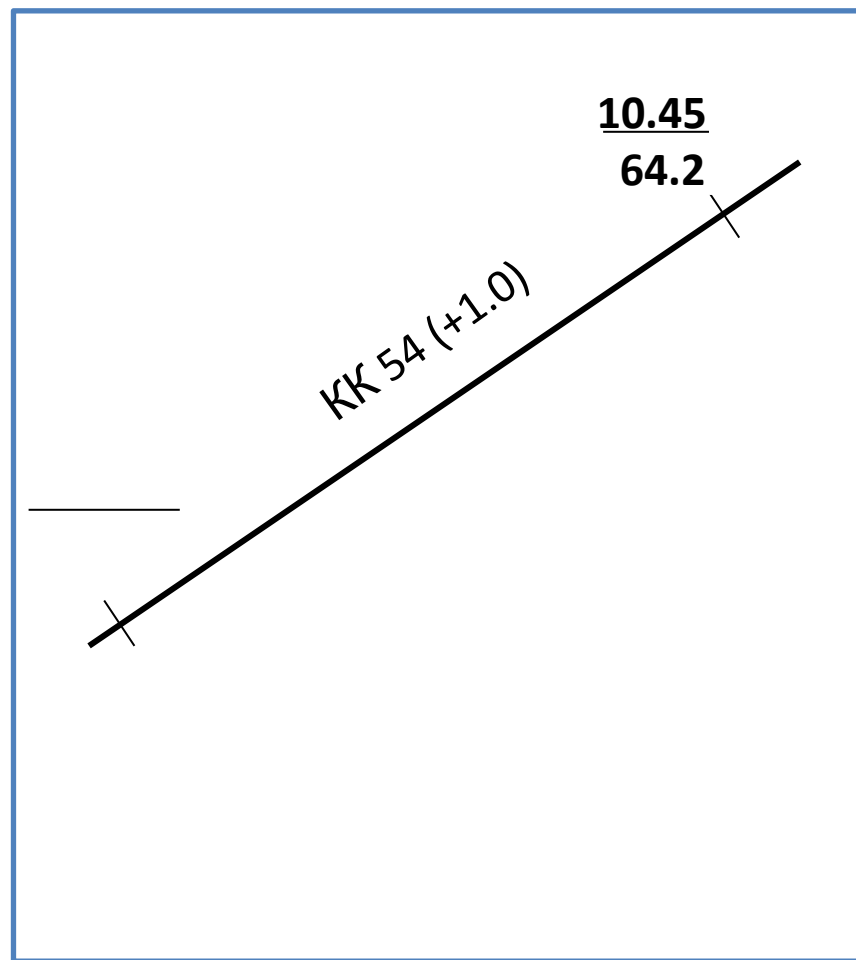
- Графічним зчисленням називається сукупність дій по послідовному нанесенню місць корабля на карті на основі знання попереднього місця та елементів його руху (напрямку та швидкості переміщення).
- Якщо відсутня дія на корабель вітру та течії можна сказати, що напрямок руху корабля співпадає з напрямком його діаметральної площини та утворює з істинним меридіаном кут, рівний істинному курсу корабля ($IK = KK + \Delta GK$)



Нехай в момент часу T_1 корабель знаходиться в точці (ОЛ1). Щоб знайти місце корабля в наступний момент T_2 з ОЛ2 треба по лінії курсу відкласти від вихідної точки відстань, пройдену за проміжок часу T_2-T_1

$$S = k_{л} (OЛ2 - OЛ1)$$

Місце корабля отримане таким способом називають **зчислимим** та позначають на карті рисою перпендикулярною лінії курсу. Вздовж лінії надписують компасний курс та в дужках поправку компасу з її знаком. Біля кожної зчислимої точки записують момент часу та відлік лагу



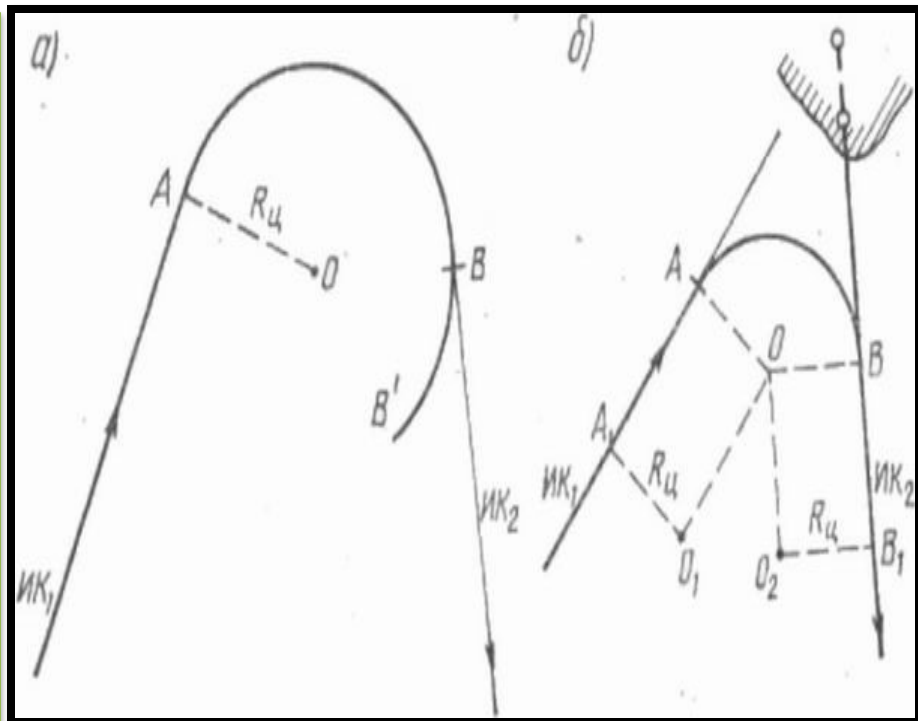
Врахування циркуляції при веденні зчислення

- **1 варіант:** знаємо попередній курс та час повороту, новий курс.
- Знайти точку кінця повороту (врахувати циркуляцію при зчисленні).
- - на час повороту позначити на лінії попереднього курсу точку повороту;
- - з неї провести пряму перпендикулярну лінії попереднього курсу
- - відкласти на ній відрізок в масштабі карти рівний радіусу циркуляції корабля AO та провести дугу;
- - підводячи паралельну лінійку виставлену по новому курсу знайти точку дотику нового курсу до дуги (В)



Використовується в звичайному веденні зчислення при необхідності повернути на новий курс

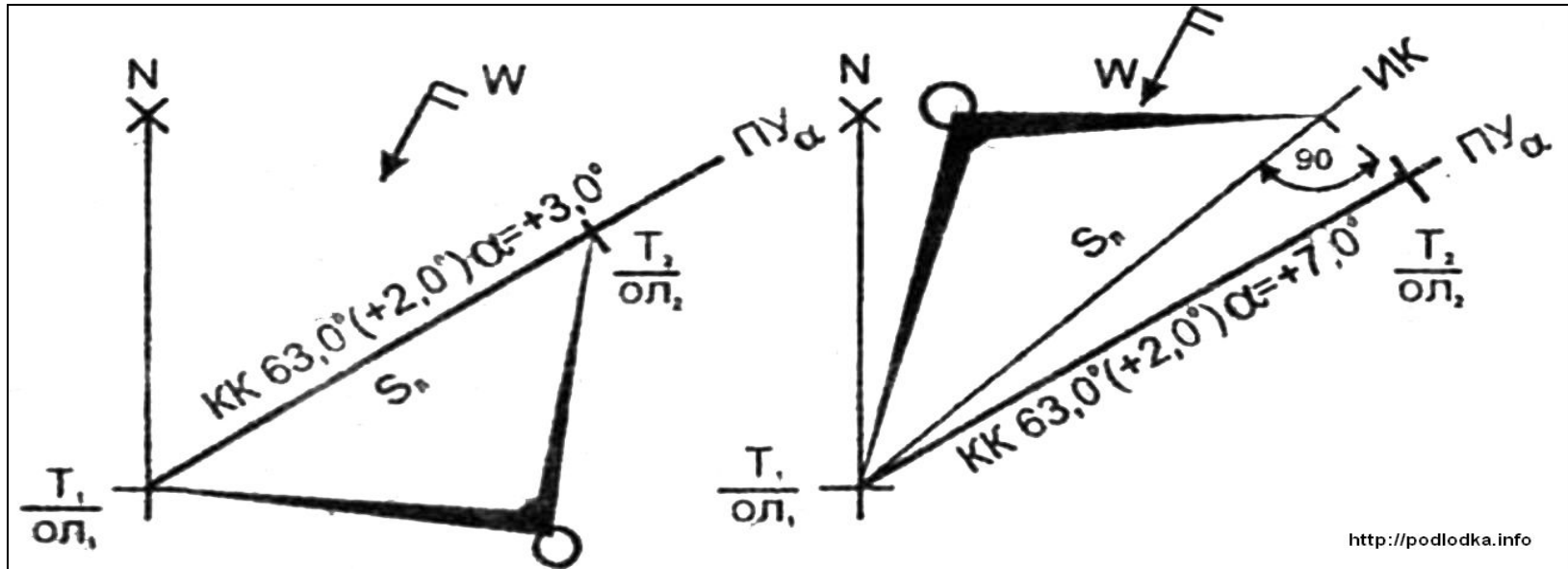
- 2 варіант: задана лінія попереднього курсу та лінія нового курсу, корабель повинен почати поворот так, щоб після циркуляції вийти на новий курс- тобто знайти точку початку повороту.
- - паралельно лінії попереднього курсу на відстані від неї, що дорівнює радіусу циркуляції провести пряму
- - на цій прямій методом підбору відшукати точку O , так щоб коло описане з неї радіусом $R_{ц}$ дотикалось як лінії попереднього курсу так і лінії нового курсу
- - точки дотику і є точками початку та кінця повороту



Використовується при плаванні в вузинах, на фарватерах, по створам, коли необхідно повернути та вийти точно на нову лінію курсу.

!!! При поворотах на кут менш 30 градусів циркуляція не враховується

Врахування дрейфу



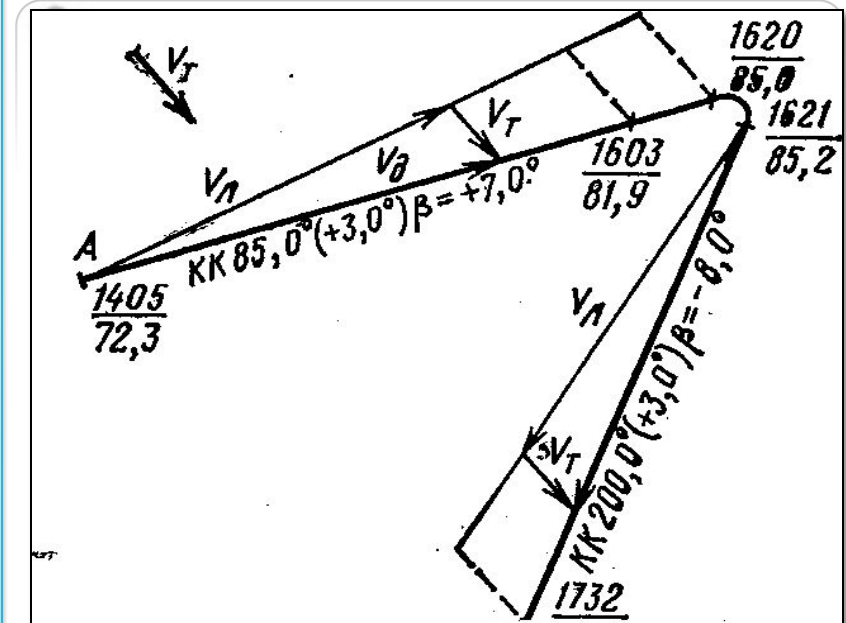
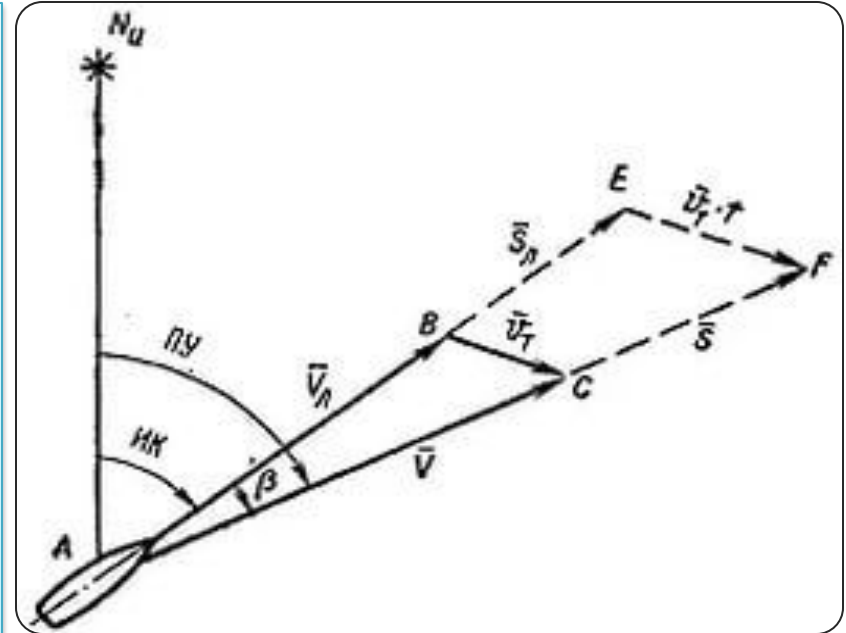
- Вітер діє на надводну поверхню корпусу та надбудови корабля, викликає появу аеродинамічної сили, яка викликає відхилення напрямку руху корабля від діаметральної площини, а також впливає на швидкість ходу. Лінія по якій здійснюється реальне переміщення корабля відносно води під дією вітру-називається *лінією шляху корабля*, а кут між лінією ІК та лінією шляху - *кутом дрейфу α* . Якщо вітер дує в лівий борт кут дрейфу приймають "+", в правий "-". Врахування вітрового дрейфу залежить від курсового кута відносного вітру та швидкості ходу корабля. Його величина обирається з таблиць.

W/V q_w	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
30°	-	1,0°	1,0°	1,5°	2,0°	2,0°	2,5°	3,0°
60°	-	1,5°	2,0°	2,0°	2,5°	3,0°	3,5°	4,0°
90°	1,0°	2,0°	2,5°	3,0°	4,0°	5,0°	5,5°	6,0°

- 1. Визначити напрямок та швидкість відносного вітру (той, що спостерігається на ходу).
- 2. Вирахувати співвідношення швидкості відносного вітру та швидкості корабля.
- 3. Визначити відносний курсовий кут вітру (кут між ДП та напрямком відносного вітру).
- 4. Увійти в таблицю та обрати кут дрейфу, який враховувати в подальшому зчисленні шляху корабля.

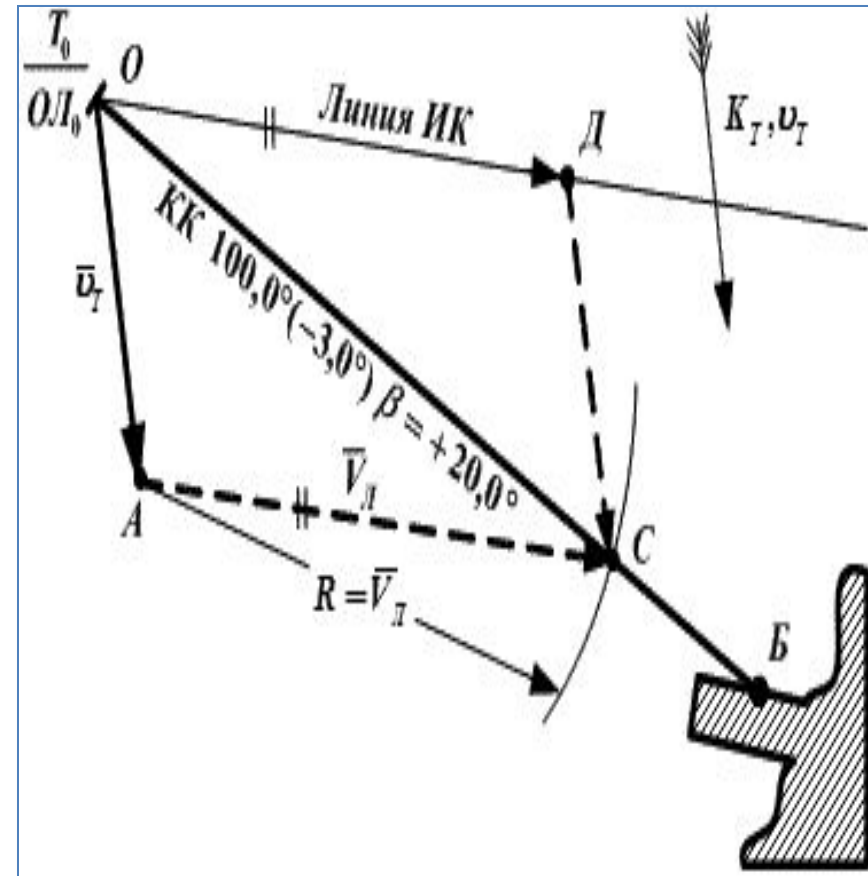
Врахування течії

- 1. Відомий істинний курс корабля та напрямок і швидкість течії.
- - на карті з вихідної точки А (на момент, коли почали враховувати течію) прокласти лінію курсу корабля, по цій лінії шляху відкласти відрізок АЕ, що дорівнює швидкості корабля (відстань пройдена за годину)
- -з кінця цього відрізка прокласти лінію (вектор) течії та відкласти відрізок, що дорівнює швидкості течії
- Провести з т. А лінії через кінець відрізка швидкості течії-це і буде лінія шляху
- Кут β називається кутом зносу



2. Відома лінія шляху по якій треба рухатись, відома течія - необхідно знайти курс, який треба задати рульовому, щоб забезпечити рух по лінії шляху.

- З вихідної точки O провести лінію шляху та з неї ж провести лінію (вектор OA) напрямку течії, та відкласти на ній швидкість течії.
- З кінця вектору течії т.А за допомогою циркуля величиною = швидкості корабля зробити засічку на лінії шляху (т.С)
- Отриманий напрямок AC паралельно перенести в точку O - це і буде істинний курс
- З урахуванням похибки компаса розрахувати компасний курс.



Таблиця девіації МК

навчальна (входить по магнітному курсу)

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

Таблица дрейфу

w/v qw	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1,5	1,75	2.0
15°	0,5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0
30	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	3.0	3.5
45	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0
60	1.5	2.0	2.0	2.5	3.5	3.5	4.0	4.0
75	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.0	4.5
90	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.5	5.0
105	2.0	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.0	4.5
120	1.5	2.0	2.0	2.5	3.5	3.5	4.0	4.0
135	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5
150	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
165	0,5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

Таблиця коефіцієнту лагу (навчальна)

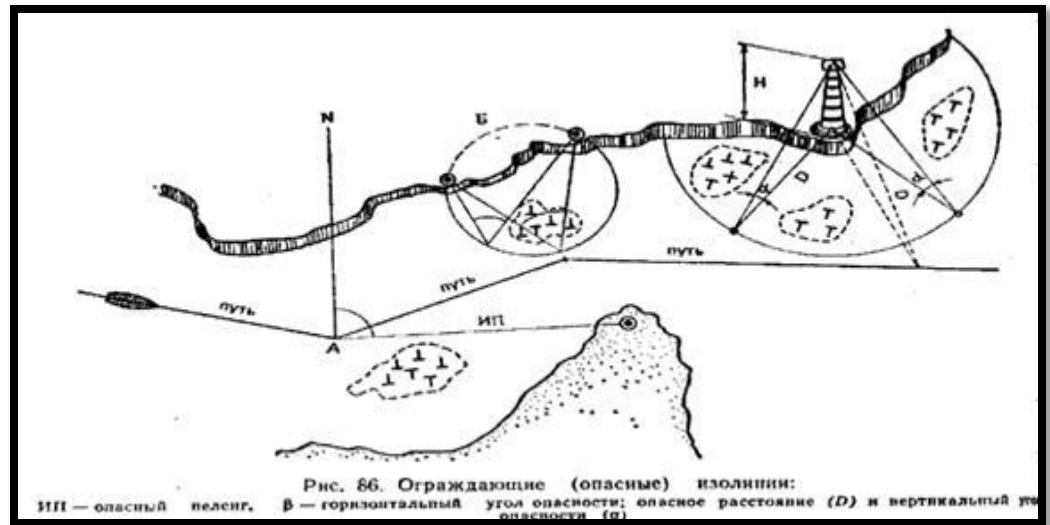
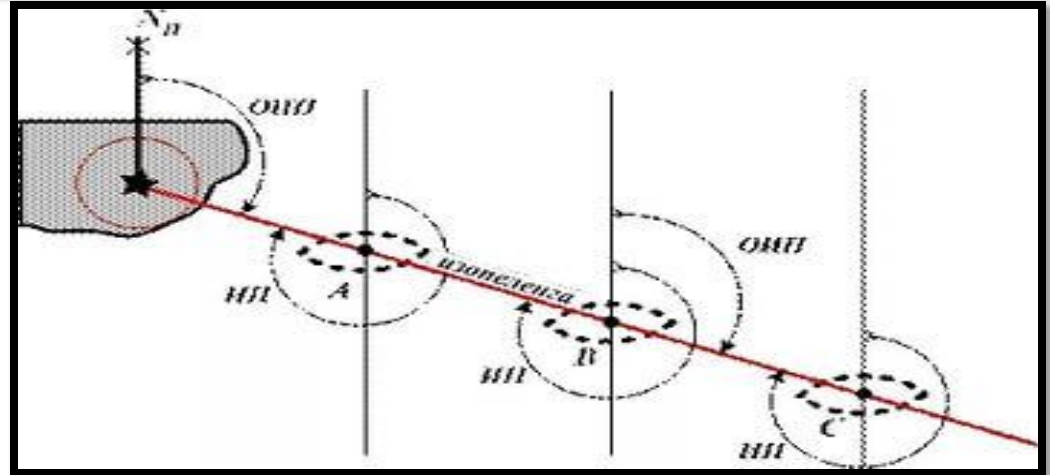
V, уз	k	V,уз	k	V, уз	k	V, уз	k
1	0,88	11	0.99	21	1.16	31	1.0
2	0.90	12	1.00	22	1.14	32	0.95
3	0.91	13	1.05	23	1.13	33	0.93
4	0.92	14	1.07	24	1.11	34	0.92
5	0.94	15	1.09	25	1.1	35	0.97
6	0.95	16	1.11	26	1.08	36	1.07
7	0.955	17	1.12	27	1.06	37	1.09
8	0.97	18	1.14	28	1.05	38	1.13
9	0.98	19	1.2	29	1.03	39	1.18
10	0.98	20	1.17	30	1.0	40	1.22

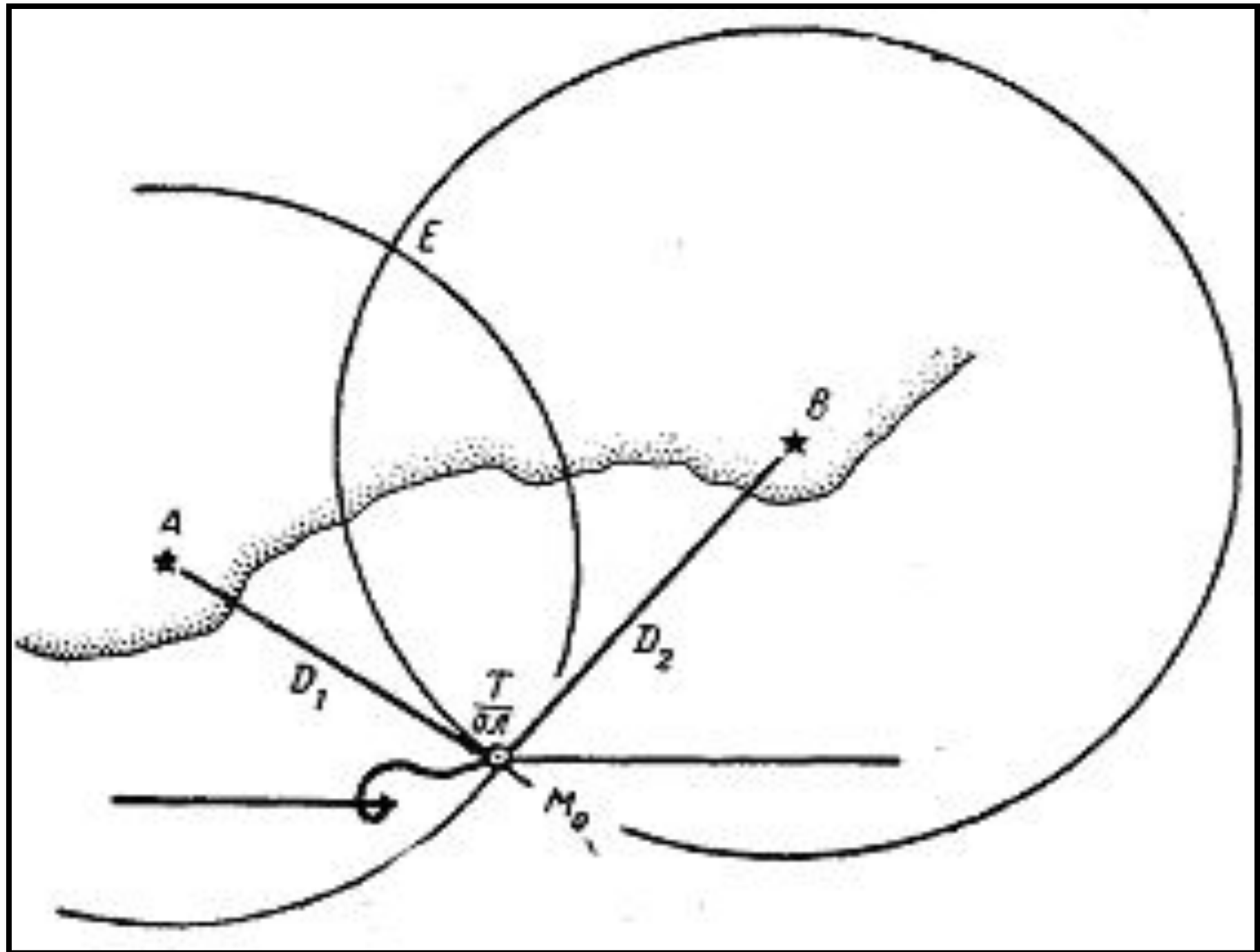
Основи визначення місця корабля.

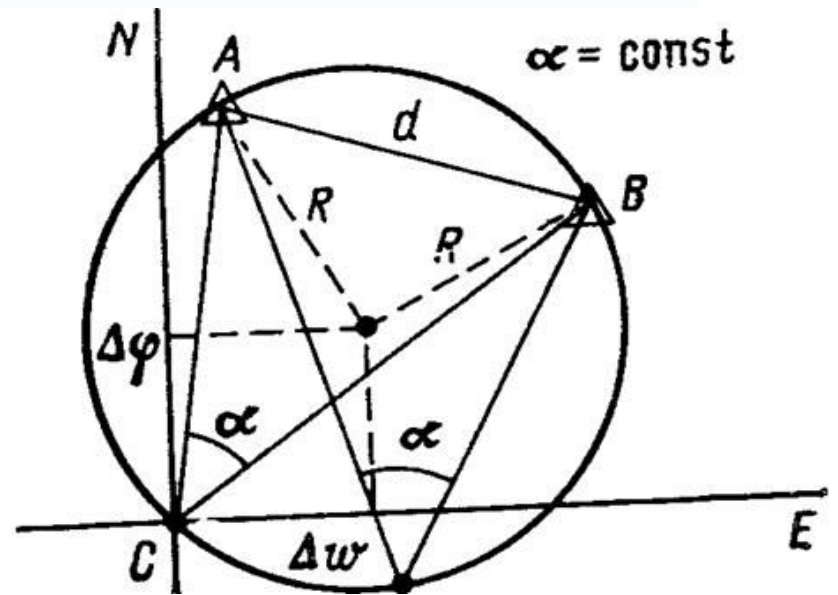
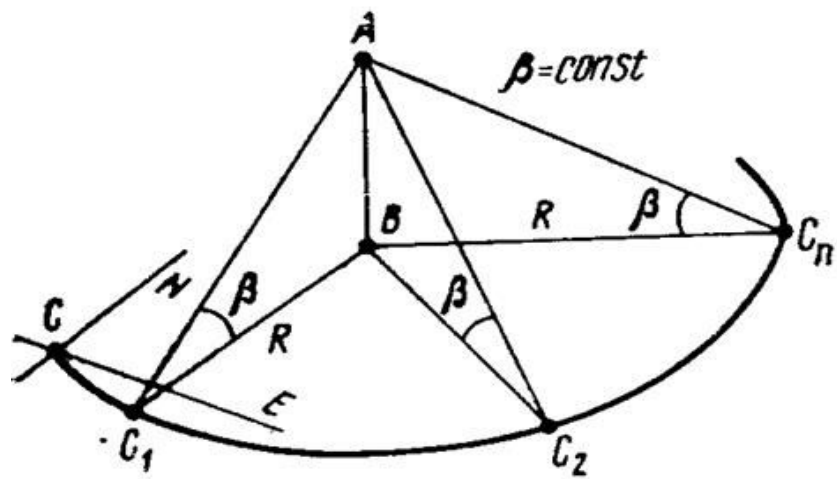
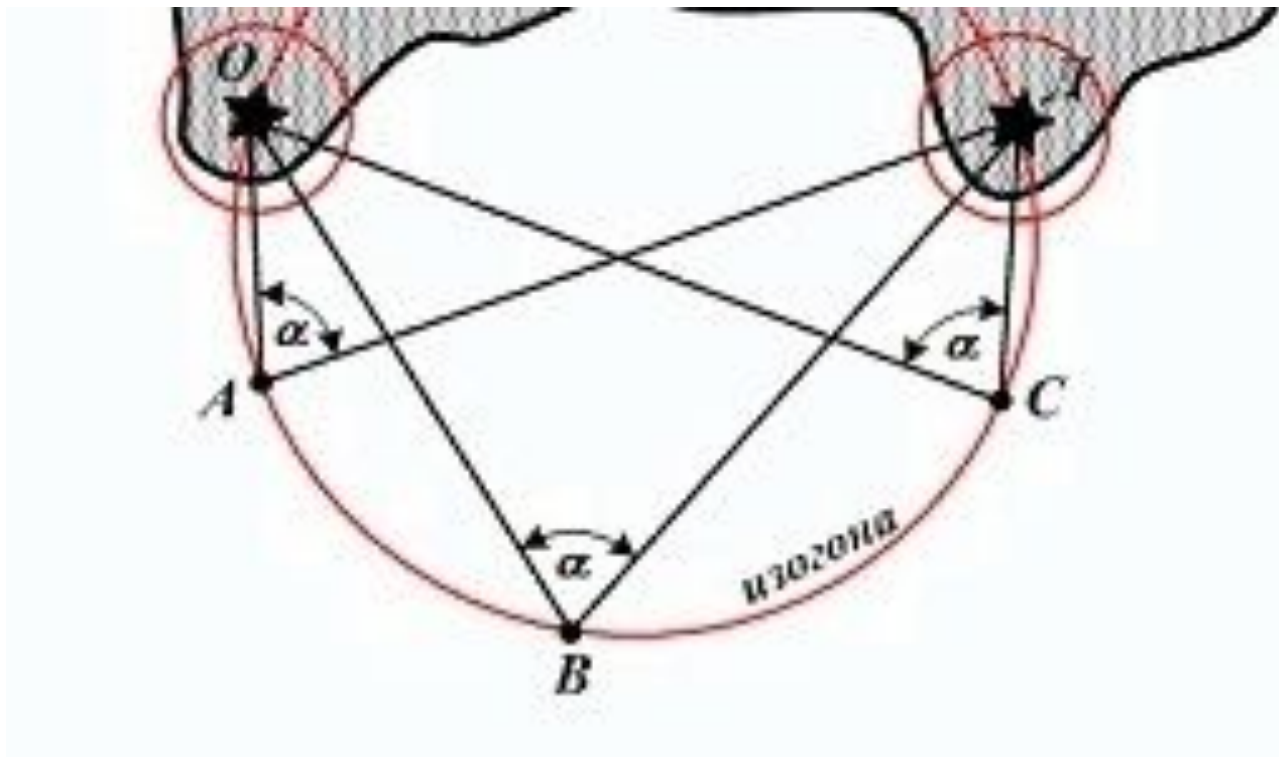
- Яким би точним не було зчислення шляху корабля, воно завжди має похибки, які накопичуються з часом. Виникає необхідність періодичного визначення місця корабля, щоб зкоригувати курс та уникнути навігаційних небезпек, йти призначеним маршрутом, вчасно досягти призначеного пункту.
- Основою будь-якого способу визначення місця корабля є вимір величин (навігаційних параметрів), які залежать від місця розташування корабля на земній поверхні, тобто змінюються при переміщенні корабля. Навігаційними параметрами м.б. відстані до орієнтирів, пеленги на орієнтири, горизонтальний кут між орієнтирами і т.д. Точки отримані при визначенні місця корабля називаються **обсерваціями** (їх позначають на карті).

Невязка - розходження між зчислимим та обсервованим місцем корабля на один момент часу, характеризується напрямком від зчислимого до обсервованого місця, та величиною відстані між ними (кабельтови, милі).

- **Навігаційна ізолінія**, - геометричне місце точок на земній поверхні, яке відповідає певному значенню навігаційного параметра.

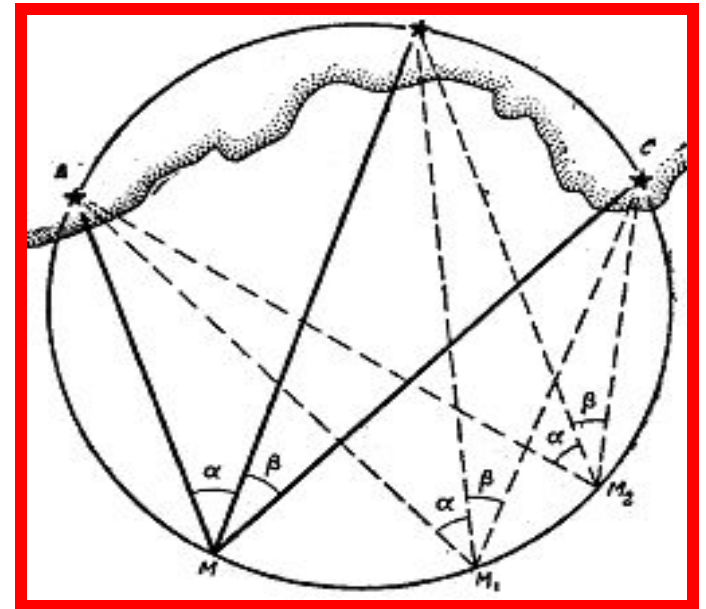
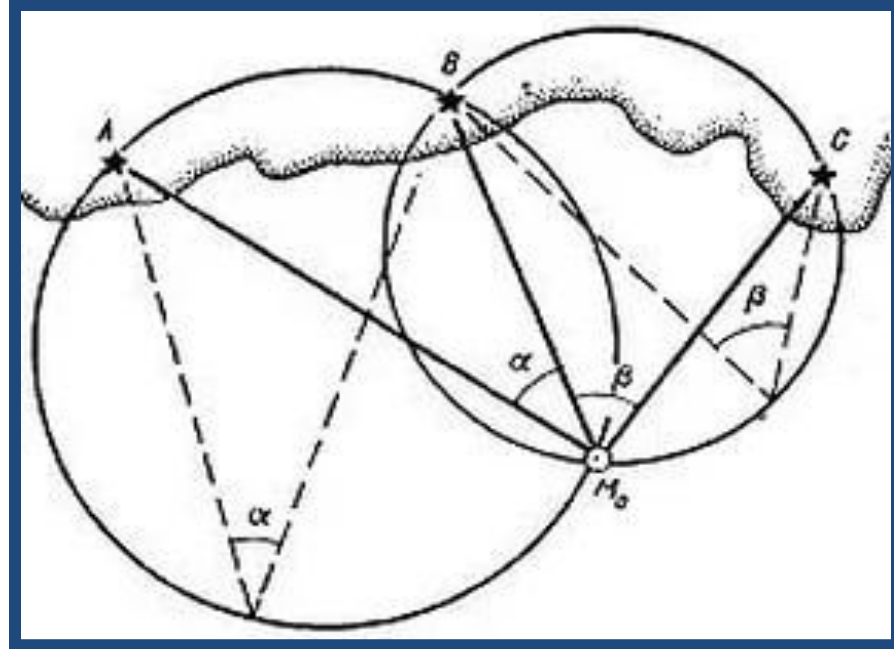






Визначення місця по двом горизонтальним кутам

- Використовується, коли з корабля спостерігаються 3 орієнтири. А, В, С. За допомогою секстана вимірюються кути між А і В (α), т В і С (β). Obserвована точка буде знаходитись на перетині кругів, що вміщують кути α та β відповідно. Для визначення obserвованої точки на карті використовують кальку або протрактор. Але при використанні цього способу може виникнути неоднозначність, коли всі три орієнтири та місце корабля знаходяться на одному колі. Для уникнення неоднозначності, при виборі орієнтирів слід враховувати наступне – неоднозначності не буде, якщо:



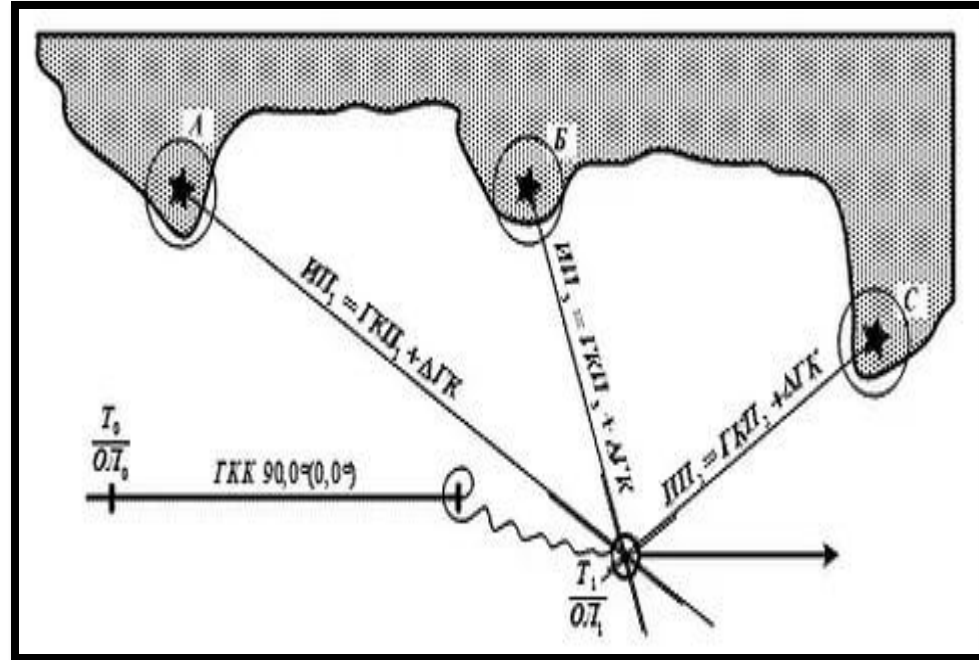
1. Орієнтири розташовані на одній прямій.
2. Корабель знаходиться в середині трикутника, вершинами якого є орієнтири.
3. Середній орієнтир розташований ближче до корабля ніж два крайніх.
4. Всі три орієнтири розташовані на однаковій відстані від корабля.

Горизонтальні кути виміряють як правило послідовно, а значить не одночасно. Для того щоб виключити похибку від неодноразовості кут α (перший) вимірюють до та після виміру кута β , та вираховують його середнє значення. Виміряні кути перед прокладкою на карті виправляють поправкою секстана ($i+s$)

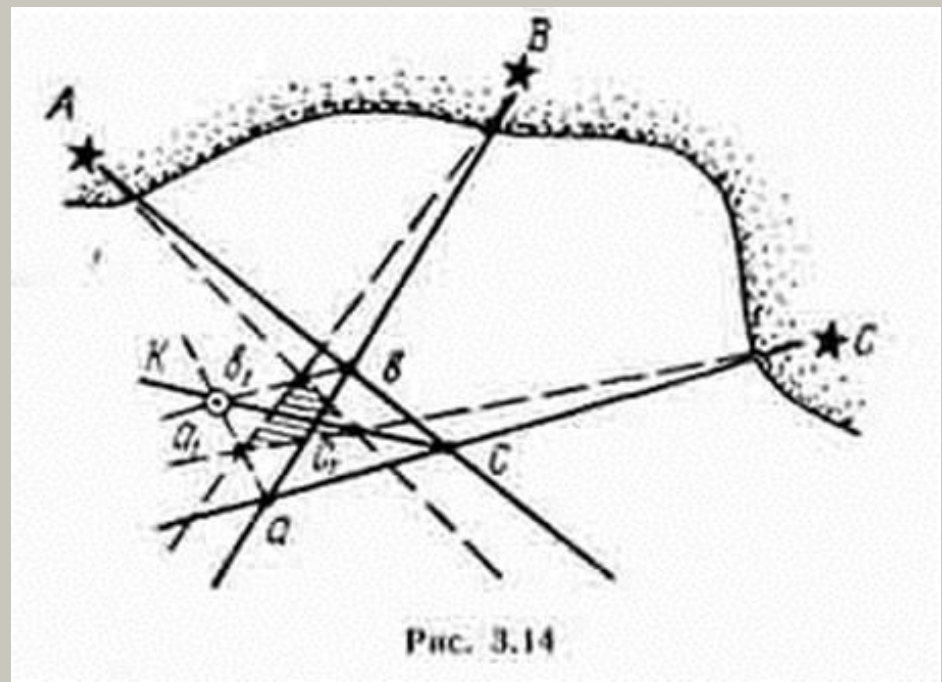


Визначення місця корабля по пеленгам на декілька орієнтирів

- Для цього способу також характерна помилка, яка виникає внаслідок неодноразовості вимірів.
- Для мінімізації такої помилки необхідно:
 1. Першими пеленгуються орієнтири які знаходяться на гострих носових або кормових курсових кутах, а останніми ті, що ближче до траверза.
 2. При великих швидкостях ходу слід приводити пеленги до одного моменту (пеленги першого та другого орієнтирів вимірювати двічі до та після пеленгування третього, та прокладати їх середнє значення.



- В загальному випадку лінії пеленгів перетинаючись утворюють фігуру-трикутник похибок. Його поява може бути викликана:
 - 1) *помилками в розпізнанні орієнтирів, виміру пеленгів та їх прокладки* - щоб їх виключити постійно контролювати правильність кожного вимірювання, якщо при цьому утворюється великий трикутник, то слід поміняти комбінацію орієнтирів.
 - 2) - *випадковими помилками вимірювань* (люфт пеленгатора, неточність наведення візиру..) такі похибки не перевищують 0,3-0,5 гр. В такому випадку місце приймають всередині трикутника похибок.



3) *похибка в знанні поправки компаса*. Якщо є впевненість, що саме такі причини викликали появу трикутника похибок, то вплив її можна виключити провівши розгін трикутника похибок

Послідовність дій при визначенні місця по 3 пеленгам

- 1. На карті намітити орієнтири для пеленгування так, щоб різниця пеленгів на будь-які 2 кута була в межах 30-150°.
- 2. Визначити послідовність пеленгування.
- 3. Розпізнати орієнтири на місцевості.
- 4. Швидко провести виміри пеленгів та записати результати.
- 5. Записати час та відлік лагу.
- 6. виправити пеленги поправкою компаса.
- 7. Прокласти пеленги на карті, якщо вони утворюють трикутник зі сторонами менш 0.5 милі прийняти обсервоване місце в центрі трикутника.
- 8. Показати на карті невязку.