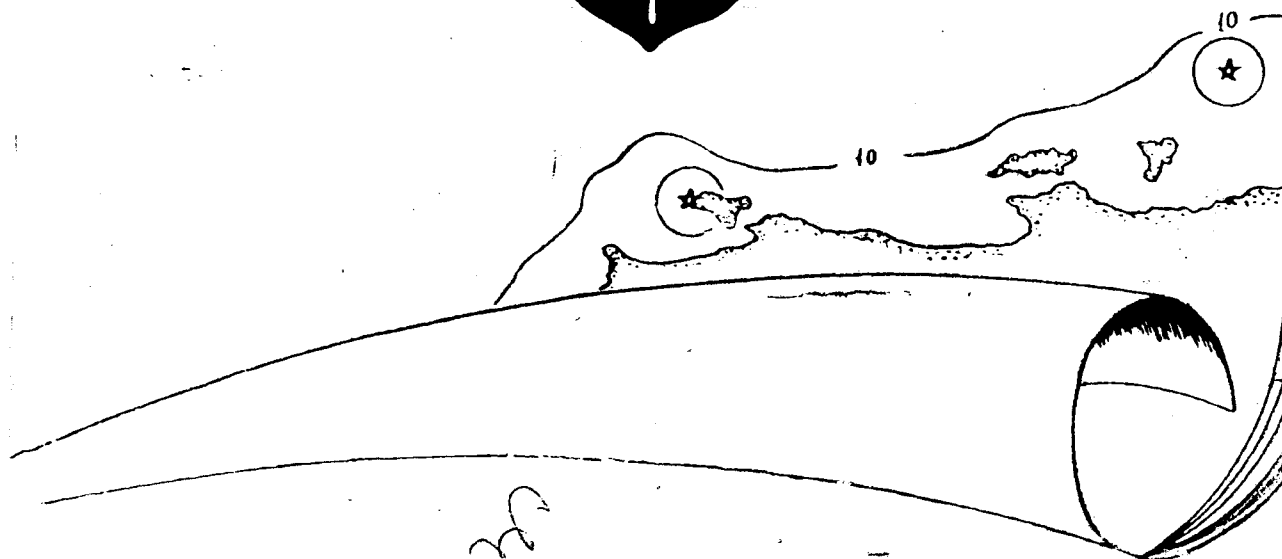
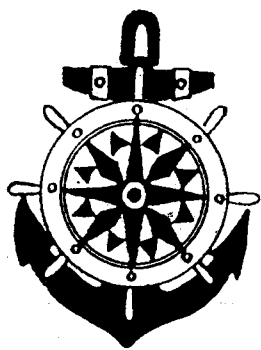




Черноморское высшее военно-морское
ордена Красной Звезды
училище имени П. С. Нахимова

НАВИГАЦИЯ

(ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ)



О Г Л А В Л Е Н И Е

Ориентирование наблюдателя на земной поверхности.....	3
Морские карты.....	6
Определение направлений на корабле.....	9
Определение скорости хода и пройденного кораблем расстояния.....	13
Счисление пути корабля.....	17
Учет ветрового дрейфа при графическом счислении.....	19
Ручное графическое счисление с учетом дрейфа.....	20
Морское течение. Учет течения при графическом счислении.....	21
Изолинии и линии положения.....	24
Определение места корабля по двум компасным пеленгам.....	26
Отыскание вероятнейшего места в треугольнике погрешности.....	27
Определение места корабля по двум и более расстояниям.....	28
Определение места корабля по разнородным навигационным параметрам.....	28
Определение места корабля по крйс-пеленгу.	
Оценка точности обсервованного места.....	29
Оценка безопасности плавания корабля.....	33
Определение места корабля по радиопеленгам	34
Определение места корабля на карте с сетками изолиний РНС РСДН-3.....	36

ЧЕРНОМОРСКОЕ ВЫСШЕЕ ВОЕННО-МОРСКОЕ ОРДЕНА КРАСНОЙ ЗВЕЗДЫ
УЧИЛИЩЕ имени П. С. НАХИМОВА

Ю. И. КОЧЕТКОВ, Н. Г. ИВАНЧУК

НАВИГАЦИЯ

(ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ)

СЕВАСТОПОЛЬ
1991

УДК 656.61-052
К 756

Опорные конспекты составлены по программе основ навигации и предназначены для высших военно-морских учебных заведений.

Они включают некоторые теоретические вопросы и методические рекомендации по выполнению практических работ на навигационной карте.

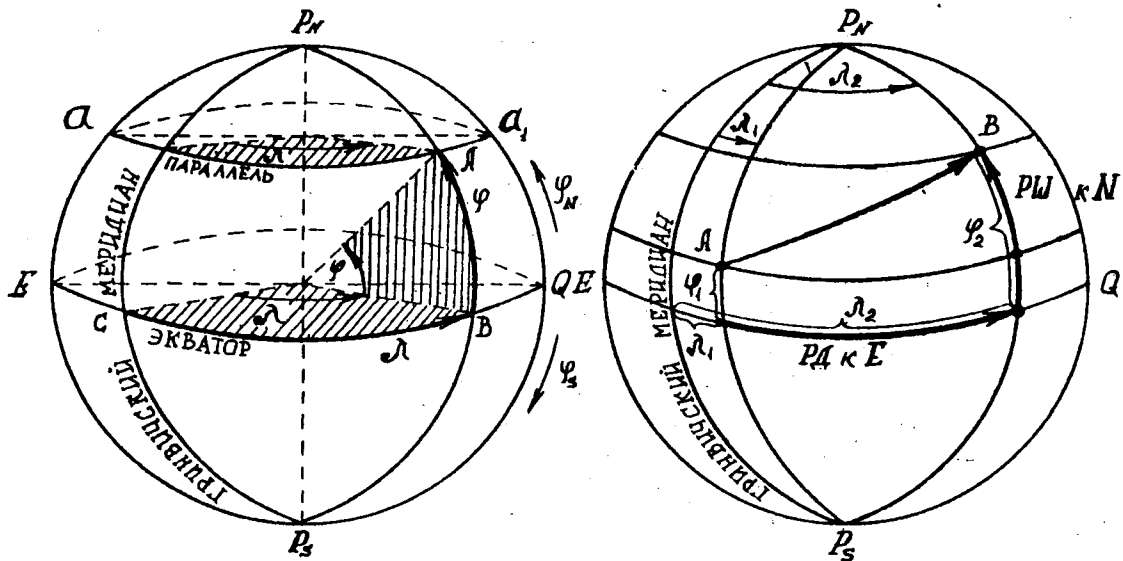
Юрий Игнатьевич Кочетков
Николай Григорьевич Иванчук

НАВИГАЦИЯ
(опорные конспекты)

Подписано в печать 29.II.90.
Формат бумаги 60x84 1/8.
Объем 4,5 п.л. Зак. 1340.
Изд. № 5.

Типография ЧВВМУ им. П.С.Нахимова

ОРИЕНТИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



1. Прямая $P_N P_S$ - земная ось.
2. Точки P_N, P_S - географические полюса; P_N - Северный полюс, P_S - Южный полюс.
3. Меридиан - линия, соединяющая северный и южный полюса.
4. φ - географическая широта; λ - географическая долгота.

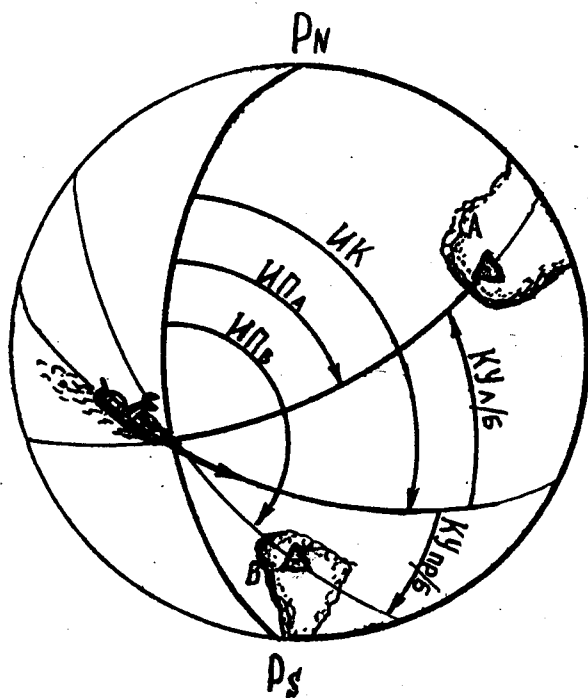
Меридиан Гринвича - начало отсчета географической долготы от 0 до 180° к E или W.

5. Разность широт (PШ) двух точек на земной поверхности - это дуга меридиана, заключенная между параллелями этих точек: $PШ = \varphi_2 - \varphi_1$. Измеряется от 0° до 180° к N или к S.

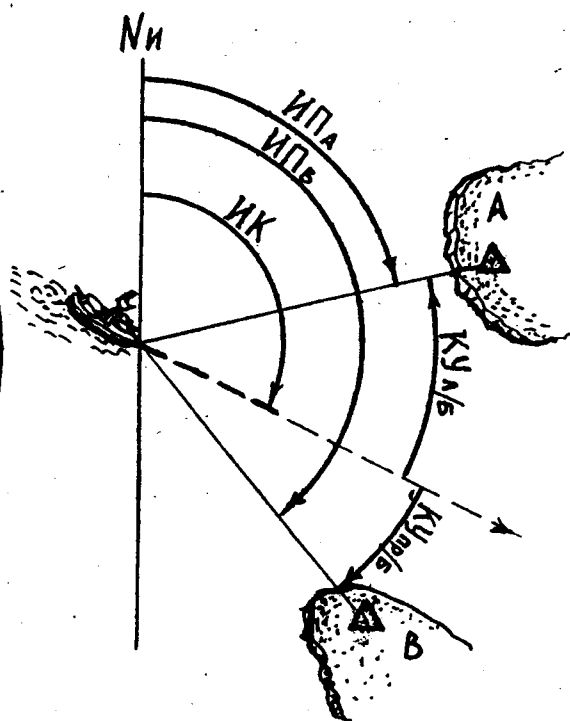
Разность долгот (PД) двух точек на земной поверхности - это меньшая из дуг экватора, заключенная между меридианами данных точек:

$$PД = \lambda_2 - \lambda_1.$$

НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ



НА ПЛОСКОСТИ



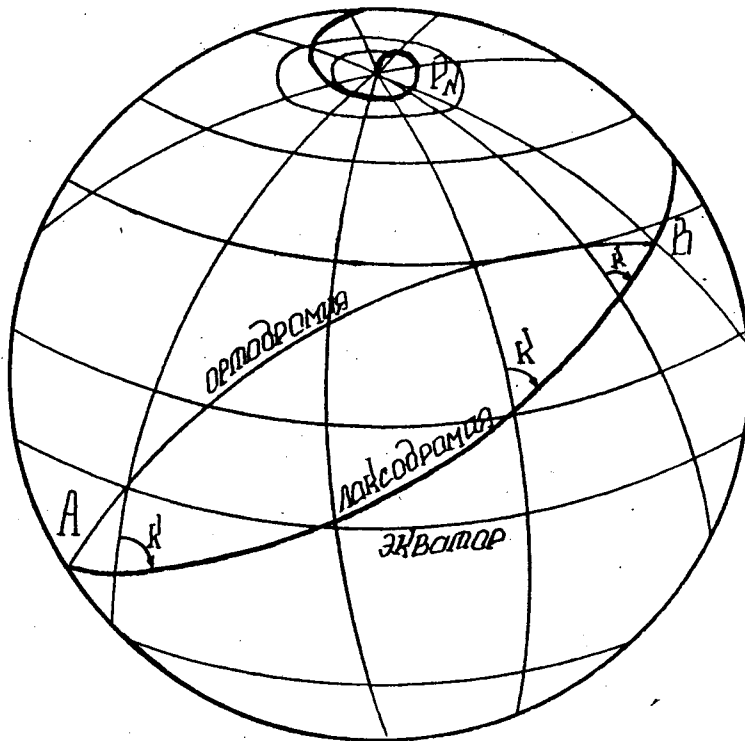
6. ДП - диаметральной плоскости корабля - условная вертикальная плоскость, делящая корабль в продольном направлении на две равные части.

7. КУ - курсовой угол - угол между диаметральной плоскостью корабля и направлением на ориентир. Принимает значения от 0° до 180° (вправо КУ пр/б "+" и влево КУ л/б "-").

8. Траверз - направление, перпендикулярное ДП.

9. ИК - истинный курс - угол между нордовой частью плоскости истинного меридиана и носовой частью диаметральной плоскости корабля. Принимает значения от 0 до 360° (отсчет по часовой стрелке).

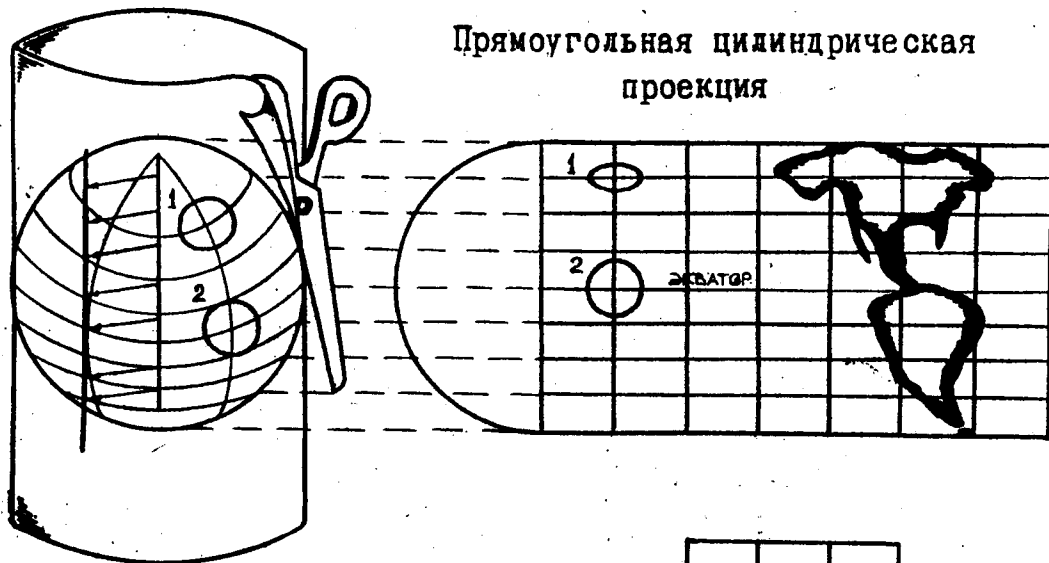
10. ИП - истинный пеленг - угол между нордовой частью плоскости истинного меридиана и направлением на ориентир. Принимает значения от 0 до 360° (отсчет по часовой стрелке).



11. Ортодромия – дуга большого круга, проходящая через определяющие точки. Является кратчайшим расстоянием на поверхности сферы. Пересекает меридианы под разными углами.

12. Локсодромия – линия, пересекающая все меридианы под одинаковым углом. Не является кратчайшей линией между двумя точками, но плавание по ней удобно, так как осуществляется без изменения курса.

МОРСКИЕ КАРТЫ



1. Для получения проекции Меркатора растягивают меридианы пропорционально $\sec \varphi$. Сохраняется при этом фигура земной поверхности, но площадь этой фигуры будет увеличена пропорционально $\sec \varphi$.

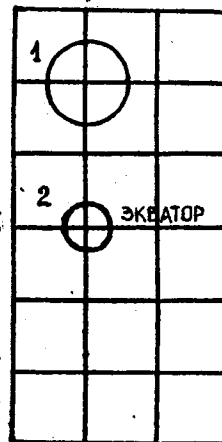
2. Цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора характеризуется следующими свойствами:

- локсодромия изображается прямой линией;

- углы между ориентирами на местности равны углам между теми же ориентирами на карте;

- морская миля изображается отрезками переменной величины, длина которых увеличивается пропорционально $\sec \varphi$;

- приполюсные районы изображаются с большими искажениями площадей.



ПРОЕКЦИЯ
МЕРКАТОРА

3. Численный масштаб — отношение, знаменатель которого показывает, сколько единиц длины на местности соответствует

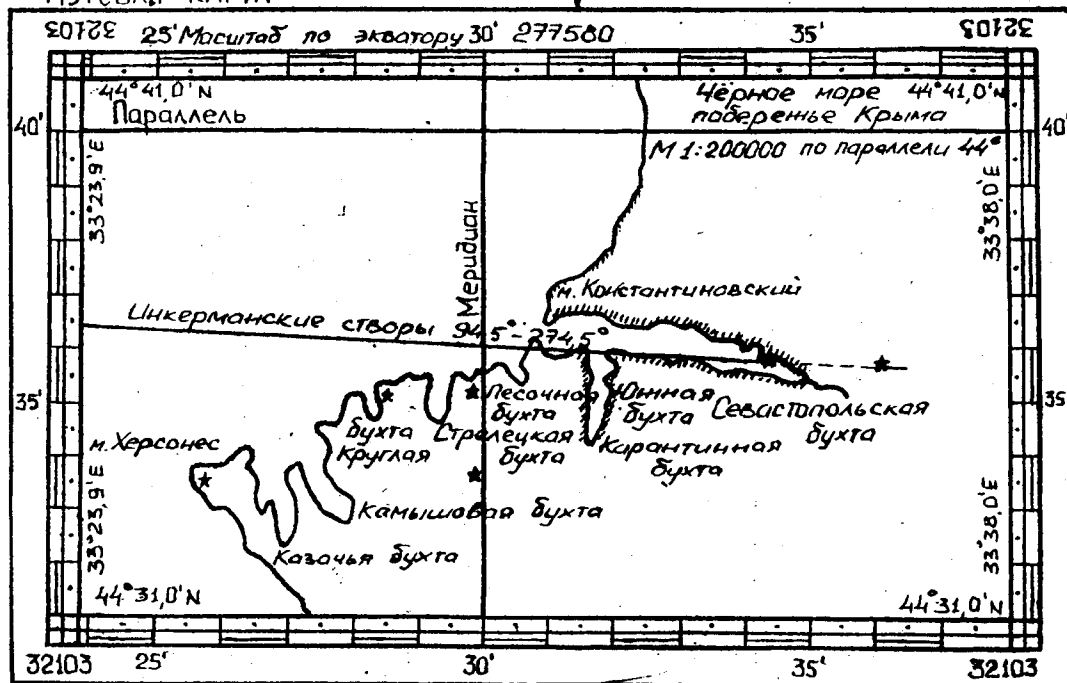
М 1:150 000 000

Генеральная карта М 1:3 000 000



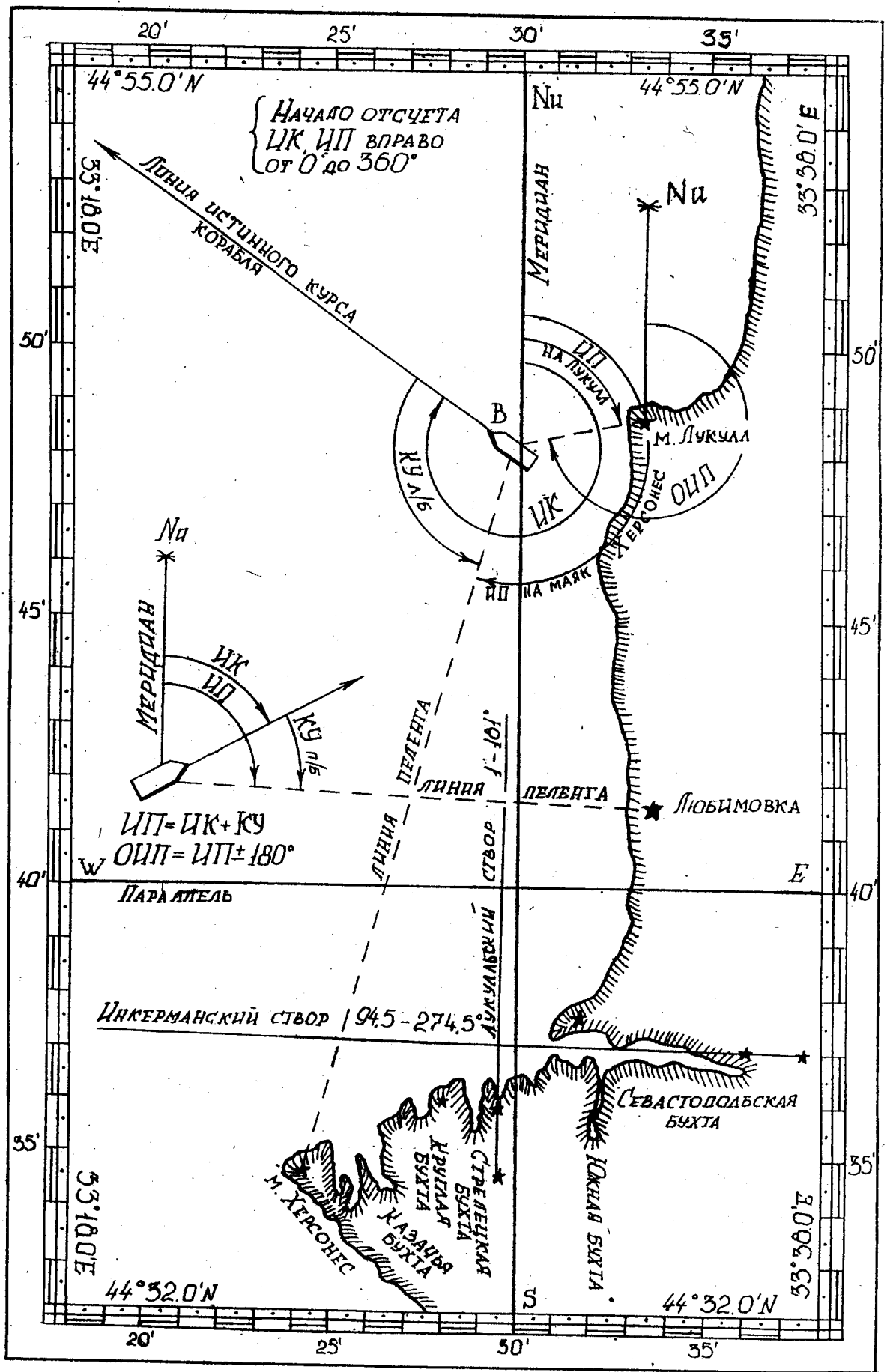
такая же единица на карте
М 1:200 000

Путевая карта



4. Линейный масштаб показывает, сколько более крупных единиц длины на местности (миль, км) содержится в одной, более мелкой единице на карте (1 миля в 1 см).

5. От масштаба НМК подразделяются на: генеральные (М 1: 1 000 000 ÷ 5 000 000); путевые (М 1: 100 000 ÷ 500 000); частные (М 1: 25 000 ÷ 50 000); планы (М 1: 25 000 и крупнее).



Определение направлений на корабле

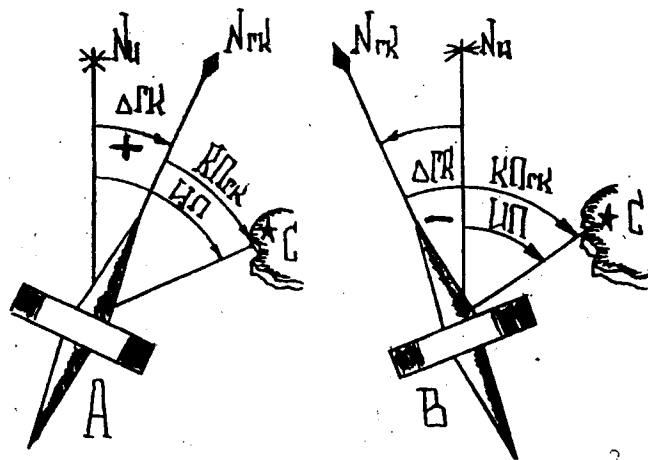
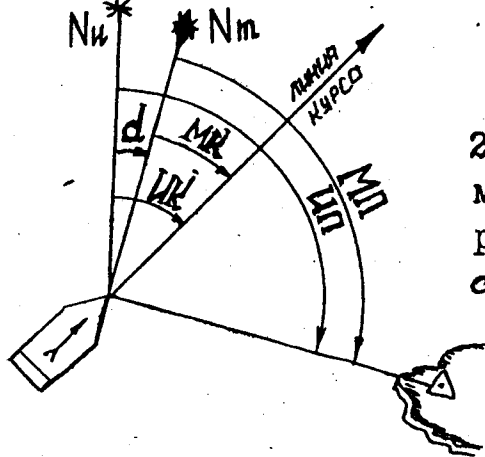
По гирокомпасу

- $\Delta ГК$ - поправка гирокомпаса
- $N_{и}$ - истинный меридиан
- $N_{гк}$ - меридиан гирокомпаса

1. Чтобы получить истинное направление на ориентир с помощью прибора, необходимо исправить показание прибора его поправкой.

$$ИП = КП + \Delta ГК$$

$$\Delta ГК = ИП - КП$$

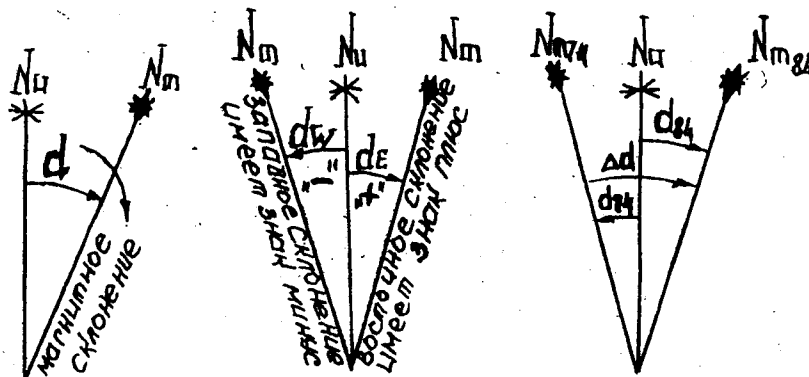


- $\Delta ГК (+)$ отклонение $N_{гк}$ от $N_{и}$ вправо
- $\Delta ГК (-)$ отклонение $N_{гк}$ от $N_{и}$ влево

По магнитному компасу

2. Магнитное склонение - угол между истинным и магнитным меридианами (d).

d - магнитное склонение, отсчитывается от $N_{и}$ к $N_{м}$ Е или от $N_{и}$ к $N_{м}$ W от 0 до 180° . Если $N_{м}$ отклонен от $N_{и}$ к востоку, то d восточное (+). Если $N_{м}$ отклонен от $N_{и}$

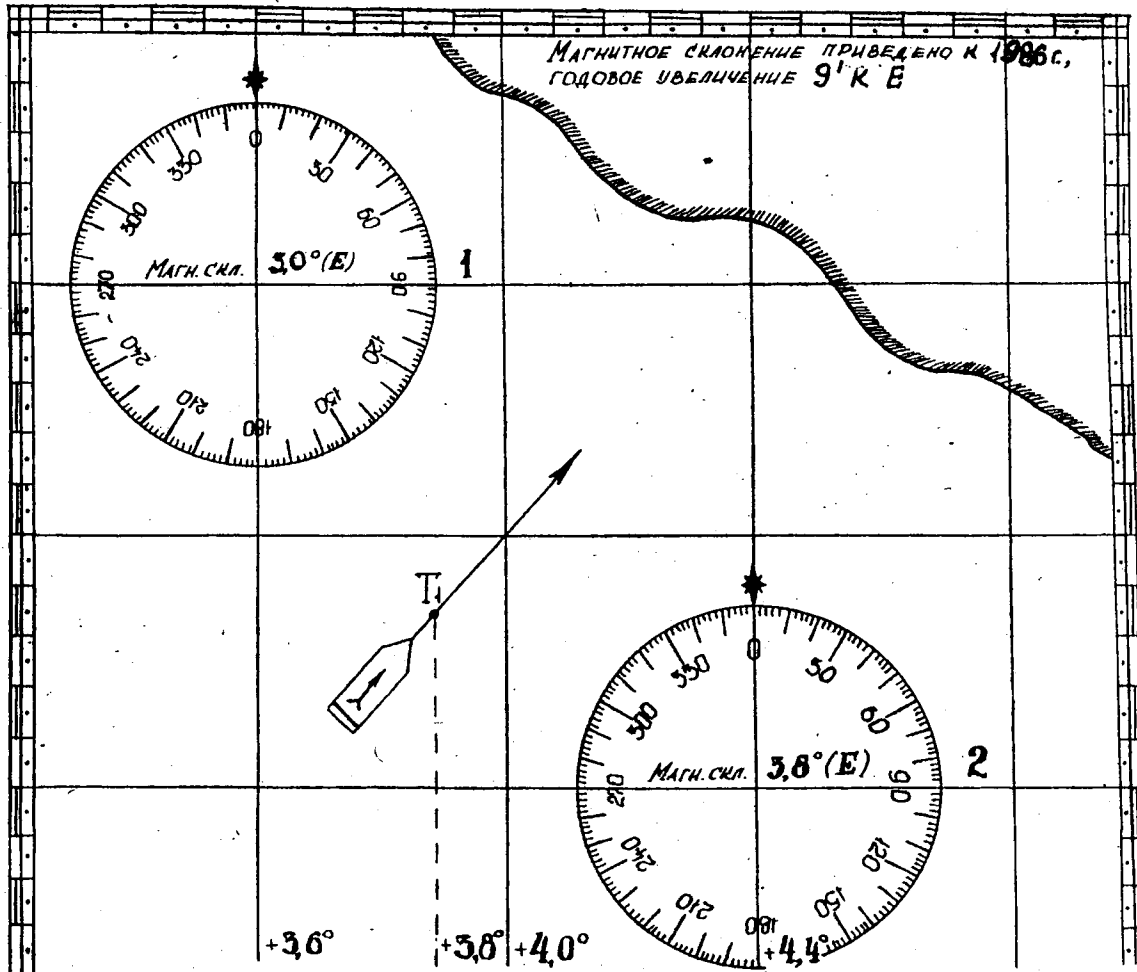


к западу, то d западное (-). В течение года величина магнитного склонения изменяется.

Например: $d_{74} = 1^\circ W$, годовое уменьшение $15'$. Привести склонение к 1984 г. За 10 лет d изменилось на $150'$, или $2,5^\circ$, и $N_{м}$ переместился восточнее $N_{и}$ на $1,5^\circ$, т.е. d в 1984 г. будет $d_{84} = 1,5^\circ E$.

3. Магнитное склонение указывается в заголовке карты и на карте.

Пример:



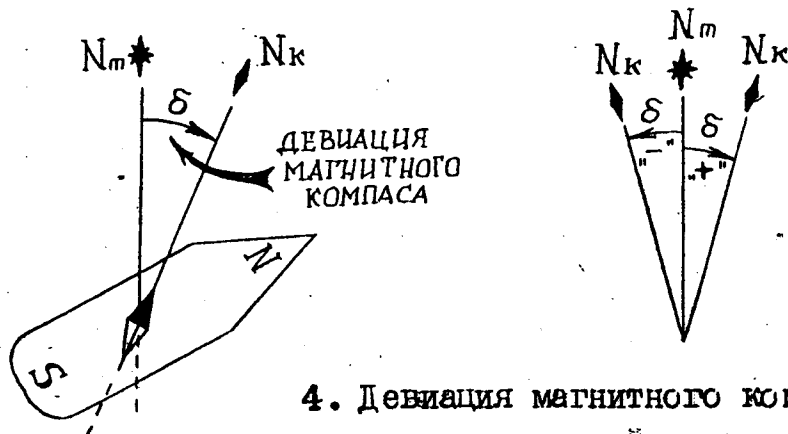
Рассчитать магнитное склонение в точке T_I на год плавания 1990 г. Приводим магнитное склонение на карте к году плавания. На меридиане картушки (1) $d_{90} = 3,6^{\circ} E$; на меридиане картушки (2) $d_{90} = 4,4^{\circ} E$. Производим интерполяцию магнитного склонения между картушками 1 и 2, получим в точке T_I $d = 3,8^{\circ}$.

$$ИК = МК + d; \quad ИП = МП + d;$$

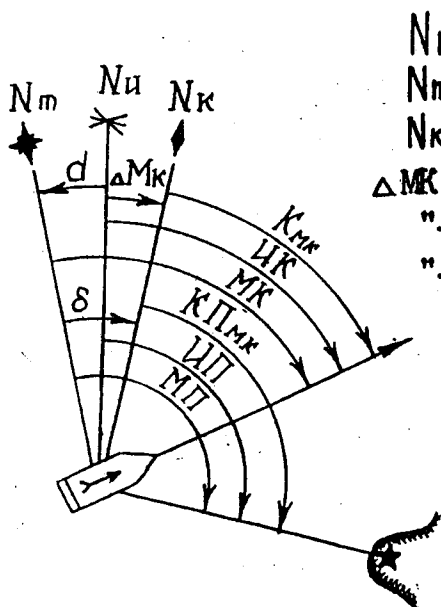
МП — магнитный пеленг;

МК — магнитный курс.

4. ДЕВИАЦИЯ МАГНИТНОГО КОМПАСА



4. Девиация магнитного компаса отсчитывается от северной части магнитного меридиана. Если N_k отклонен от N_m к В, то "+", если N_k отклонен к W от N_m , то "-".

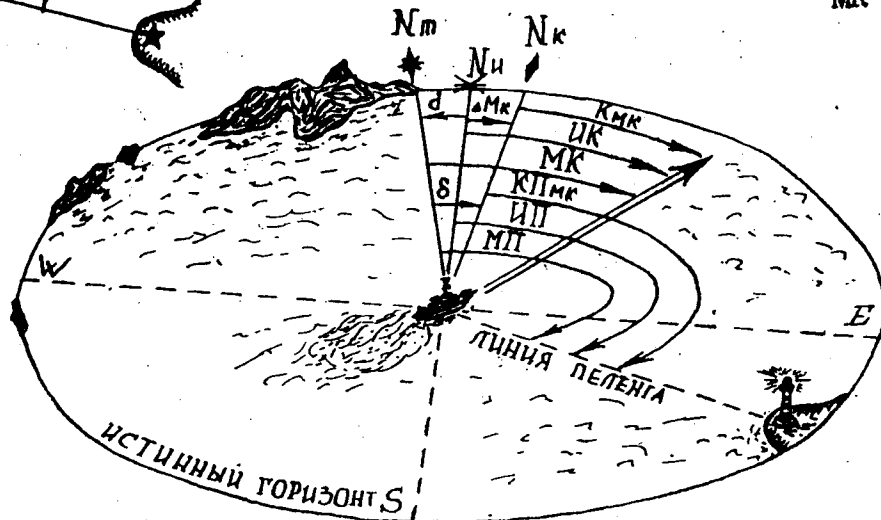


- N_i — истинный меридиан.
- N_m — магнитный меридиан.
- N_k — меридиан магнитного компаса.
- ΔMK — поправка магнитного компаса.
- "+" отклонение N_k от N_i к востоку.
- "-" отклонение N_k от N_i к западу.
- d — магнитное склонение.
- δ — девиация магнитного компаса.

$$IK = K_{MK} + \Delta MK; \quad \Delta MK = d + \delta$$

$$ИП = КП_{MK} + \Delta MK; \quad \Delta MK = ИП - КП_{MK}$$

$$\Delta MK = IK - K_{MK}$$



5. Из таблицы девиации по значению компасного курса выбирается значение девиации и вычисляются МК, МП.

Таблица девиации магнитного компаса

δ	КОМПАСНЫЕ КУРСЫ (КМК) ...	δ
+2,3°	0° 360°	+2,3°
+2,1°	10° 350°	+2,0°
+1,8°	20° 340°	+2,3°
+1,4°	30° 330°	+2,5°
+0,8°	40° 320°	+2,7°
0,0	50° 310°	+3,3°
-0,7°	60° 300°	+3,6°
-1,5°	70° 290°	+3,8°
-2,5°	80° 280°	+4,2°
-3,3°	90° 270°	+4,5°
-3,8°	100° 260°	+4,3°
-4,0°	110° 250°	+4,0°
-4,5°	120° 240°	+3,5°
-3,9°	130° 230°	+3,0°
-3,7°	140° 220°	+2,4°
-3,5°	150° 210°	+1,8°
-3,0°	160° 200°	+0,8°
-2,5°	170° 190°	-3,0°
-1,7°	180° 180°	-1,7°

$$МК = К_{МК} + \delta$$

$$МП = КП_{МК} + \delta$$

$$\delta = МК - К_{МК}$$

$$\delta = МП - КП_{МК}$$

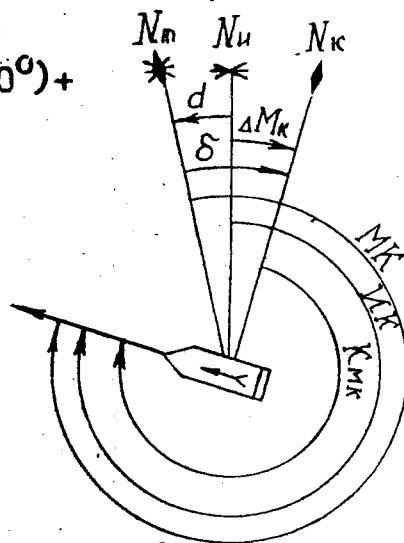
Пример расчета МК

Дано: $К_{МК} = 280,0^{\circ}$,
 $d = -2,0^{\circ}$.

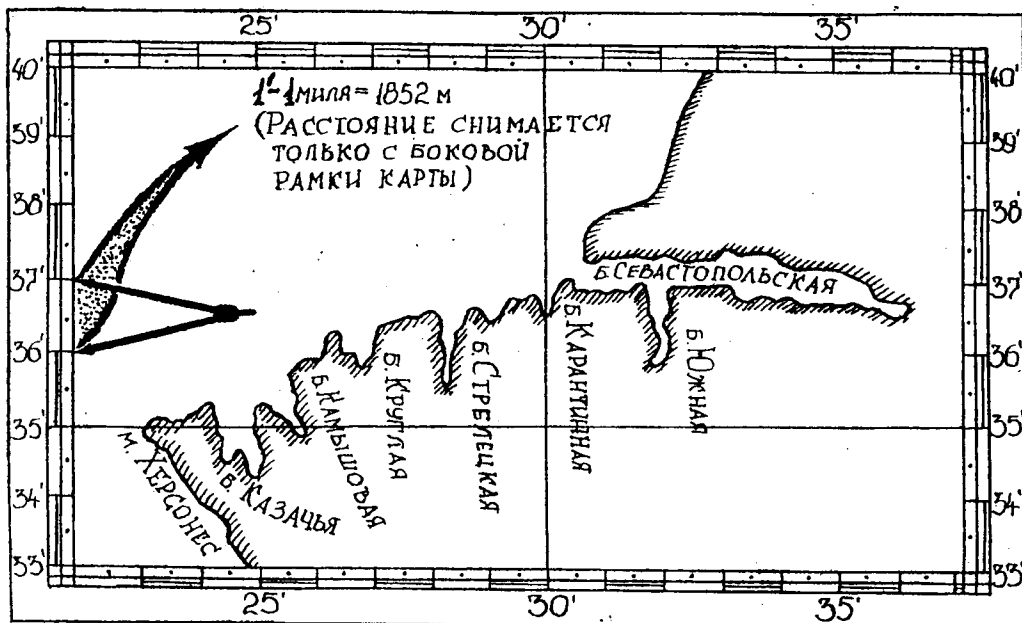
Из таблицы девиации по $К_{МК}$ находим

$$\delta = +4,2^{\circ};$$

$$МК = К_{МК} + d + \delta = 280,0^{\circ} + (-2,0^{\circ}) + 4,2^{\circ} = 282,2^{\circ}.$$



ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ХОДА И ПРОЙДЕННОГО КОРАБЛЕМ РАССТОЯНИЯ



1. Стандартная миля – постоянная величина, равная 1852 м, она соответствует 1' меридиана на широте $\varphi = 44^{\circ} 18'$ и отличается по длине на экваторе и полюсах на 0,5%.

1/10 часть стандартной морской мили – кабельтов.

1 каб = 185,2 м.

2. Узел – основная единица скорости, соответствует одной стандартной миле в час. Например: 15 уз = 150 каб/60 мин = 15/6 = 2,5 каб/мин, т.е. $V_{\text{каб/мин}} = V_{\text{уз}}/6$.

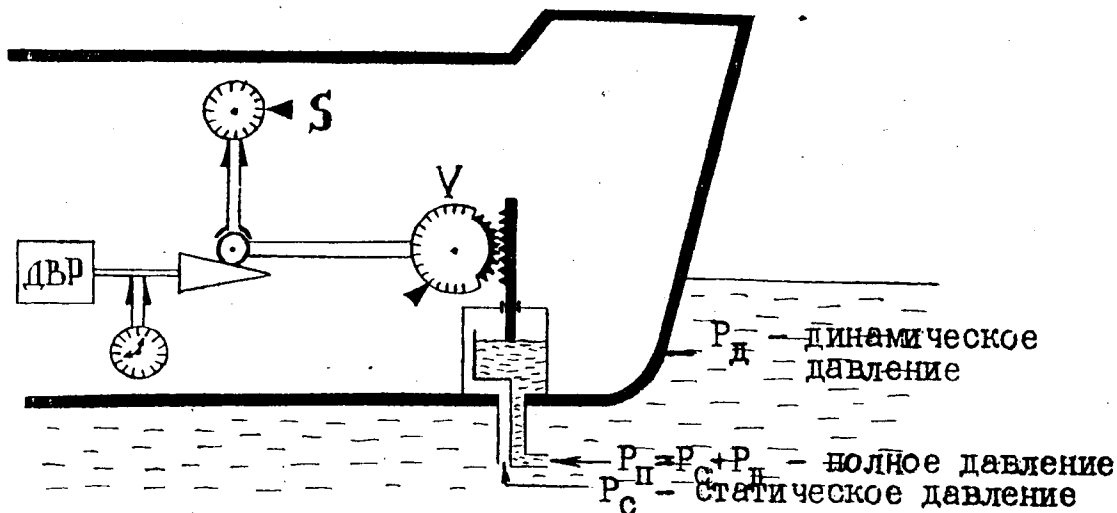
$V_{\text{м/с}} = V_{\text{уз}}/2$; например: 15 уз = 15/2 = 7,5 м/с.

15 узлов означает 15 миль в час.

3. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ЛАГ

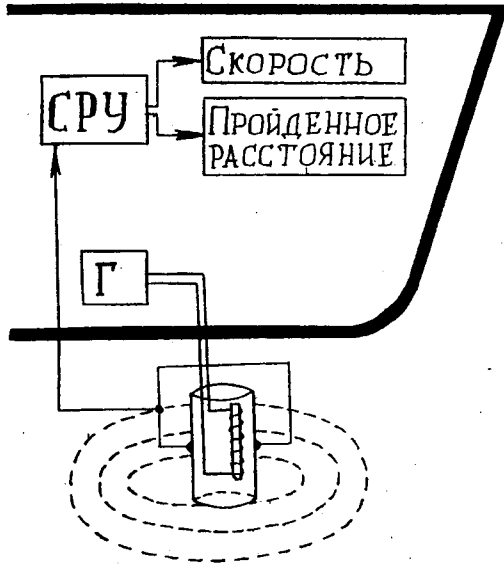
Принцип действия лага основан на измерении динамического давления воды в зависимости от скорости корабля.

Диапазон измерения скорости от 3 до 50 уз.

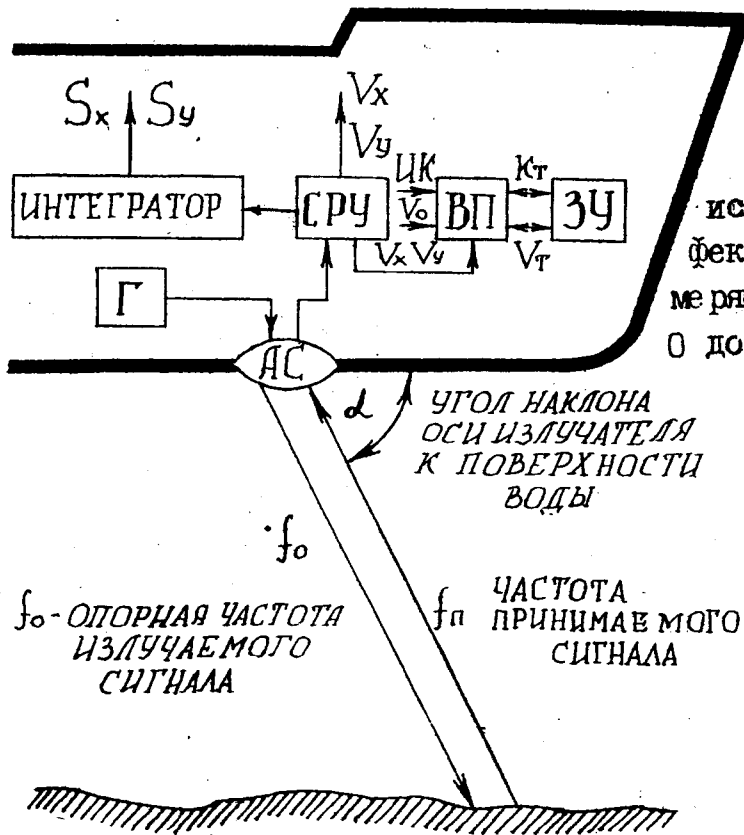


4. ИНДУКЦИОННЫЙ ЛАГ

Принцип действия лага основан на использовании закона электромагнитной индукции. Диапазон измеряемых скоростей от 0 до 80 уз.



5. ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ ЛАГ



Принцип действия основан на использовании эффекта Доплера. Измеряет скорость от 0 до 40 уз.

Доплеровская частота

$$f_d = f_n - f_0$$

$$V = \frac{f_d \cdot c}{2 f_0 \cdot \cos \alpha}$$

f_0 - ОПОРНАЯ ЧАСТОТА ИЗЛУЧАЕМОГО СИГНАЛА

f_n ЧАСТОТА ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА

α УГОЛ НАКЛОНА ОСИ ИЗЛУЧАТЕЛЯ К ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

По результатам мерной линии составляют:
Таблицу соответствия скорости хода
оборотам винтов

Таблицы поправок лага

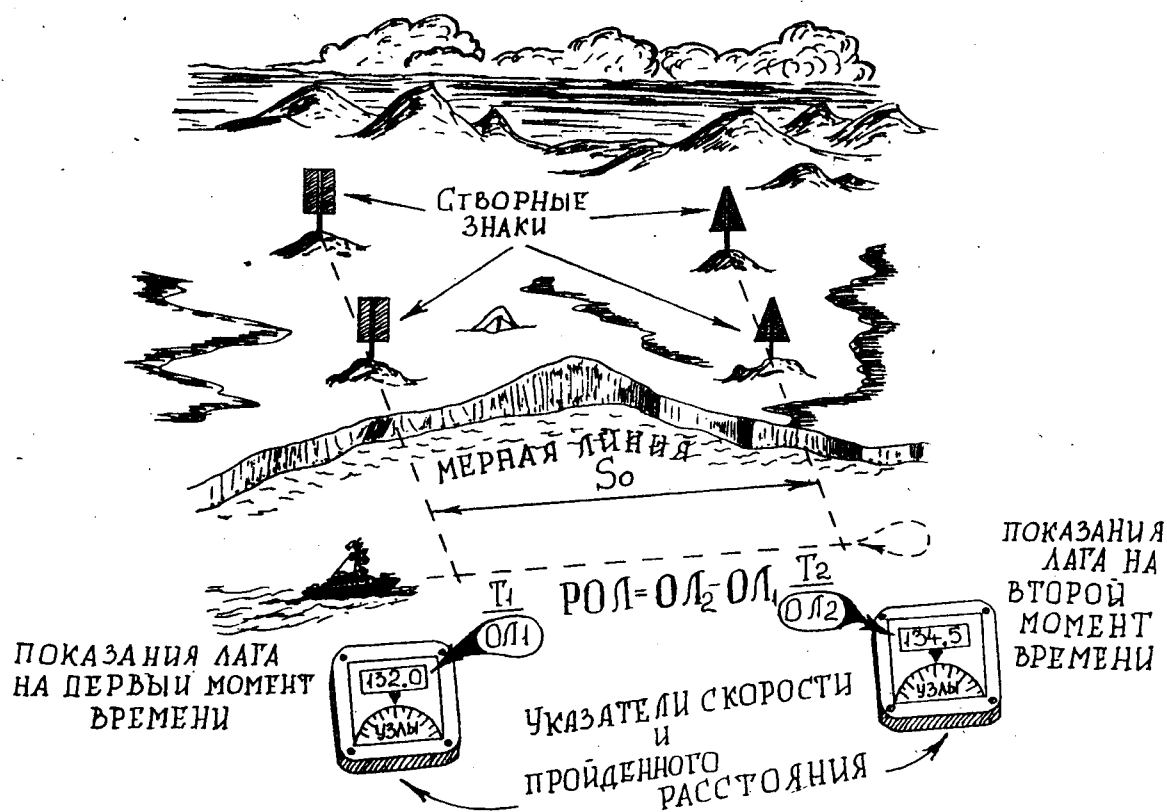
Полный ход		Средний ход		Малый ход	
уз	об/мин	уз	об/мин	уз	об/мин
32	600	24	380	16	230
30	540	22	350	15	215
28	480	21	330	14	200
26	440	20	310	13	185
24	380	18	270	12	170
22	350	16	230	11	150
20	310	15	215	10	130
18	270	14	200	9	110

V, уз	л, %
9	+2,0
10	+1,5
12	+1,0
14	+0,8
16	+0,3
18	0,0
20	-0,4
22	-0,9
24	-1,2
26	-1,5

9. Коэффициент лага $K_L = 1 + \frac{\Delta L\%}{100}$. ($\Delta L\%$ со своим знаком)

Для расчета на микрокалькуляторе:

- $S_{\text{миль}} = K_L \times \text{рол}$; пример: $S = 1,04 \times 5,6 = 5,8$ мили;
- $S_{\text{миль}} = V_{\text{уз}} \times t_{\text{мин}}/60$; пример: $S = \frac{15 \times 16}{60} = 4,0$ мили.
- $S_{\text{миль}} = V_{\text{уз}} \times t_{\text{час}}$; пример: $S = 15 \times 2,5 = 37,5$ мили.
- $V_{\text{уз}} = \frac{S_{\text{миль}} \times 60}{t_{\text{мин}}}$; пример: $V_{\text{уз}} = \frac{30 \times 60}{15} = 12,0$ уз.
- $t_{\text{мин}} = \frac{S_{\text{миль}} \times 60}{V_{\text{уз}}}$; пример: $t_{\text{мин}} = \frac{9,0 \times 60}{12,0} = 45,0$ мин.
- $\text{рол} = \frac{S_{\text{миль}}}{K_L}$; пример: $\text{рол} = \frac{5,0}{1,04} = 4,8$ мили.



ол - отсчет лага, рол - разность отсчета лага.

6. Показания прибора отличаются от истинных значений на величину поправки. На мерной линии определяется поправка лага. Рассчитывается скорость в узлах.

$$V_0 = \frac{3600 \cdot S_0}{\Delta t}$$

где $\Delta t = T_2 - T_1$ - промежуток времени, с; S_0 - расстояние между секущими створами.

7. По отсчетам лага между первым и вторым моментами определяют $рол = ол_2 - ол_1$. По рол рассчитывают лаговую скорость:

$$V_{\lambda} = \frac{3600 \cdot рол}{\Delta t}$$

8. Относительная поправка лага в %.

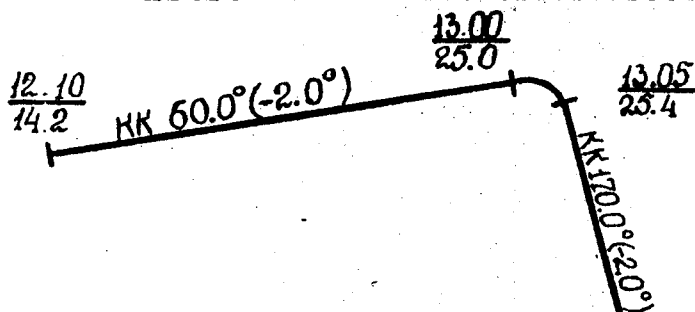
$$\Delta л \% = \frac{S_0 - рол}{рол} \cdot 100; \quad \Delta л \% = \frac{V_0 - V_{\lambda}}{V_{\lambda}} \cdot 100.$$

$\Delta л \%$ положительная, если рол меньше S_0 ;
 $\Delta л \%$ отрицательная, если рол больше S_0 .

СЧИСЛЕНИЕ ПУТИ КОРАБЛИ

Вычисление текущих координат корабля от известных координат по времени, курсу и скорости с учетом влияния ветра и течения называется счислением координат корабля.

Ручное графическое счисление пути корабля



Счислимое место определяется:

1. географическими координатами ;
2. полярными координатами (П, Д).

Обозначается:

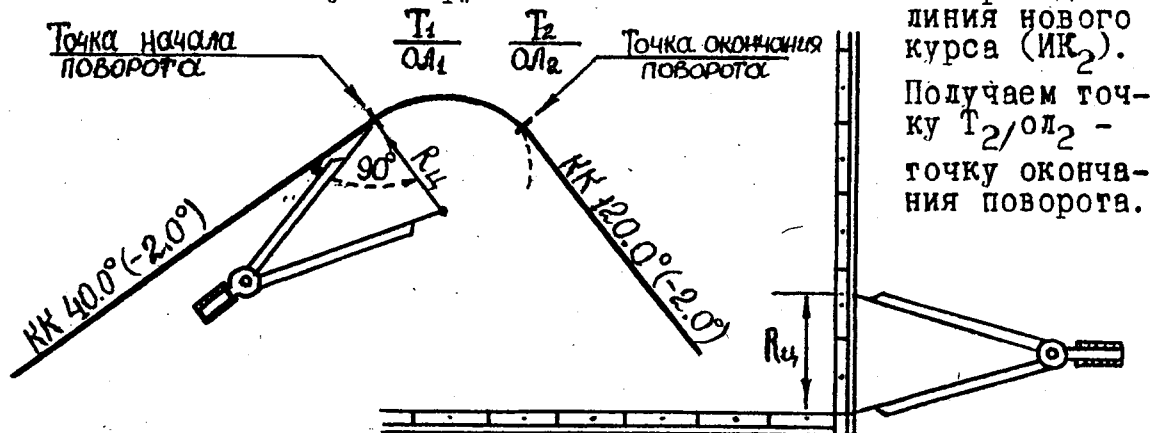
1. короткой чертой (2 - 3 мм) перпендикулярно линии курса ;
2. пишется: время (числитель), отсчет лага (знаменатель), дробная черта параллельно параллели карты ;
3. линия курса корабля рисуется равной толщине меридианов и параллелей на картах ;
4. на линии пути делается подпись КК, в скобках - поправка компаса с точностью до 0,1°.

На линии курса отмечаются:

1. счислимое место начала поворота ;
2. счислимое место окончания поворота ;
3. изменение хода: включение и выключение лага и автопрокладчика ;
4. траверз наиболее приметных ориентиров ;
5. во всех случаях, когда требуется запись счислимых координат на правой странице навигационного журнала (напр. ; время , крат. " 4 ").

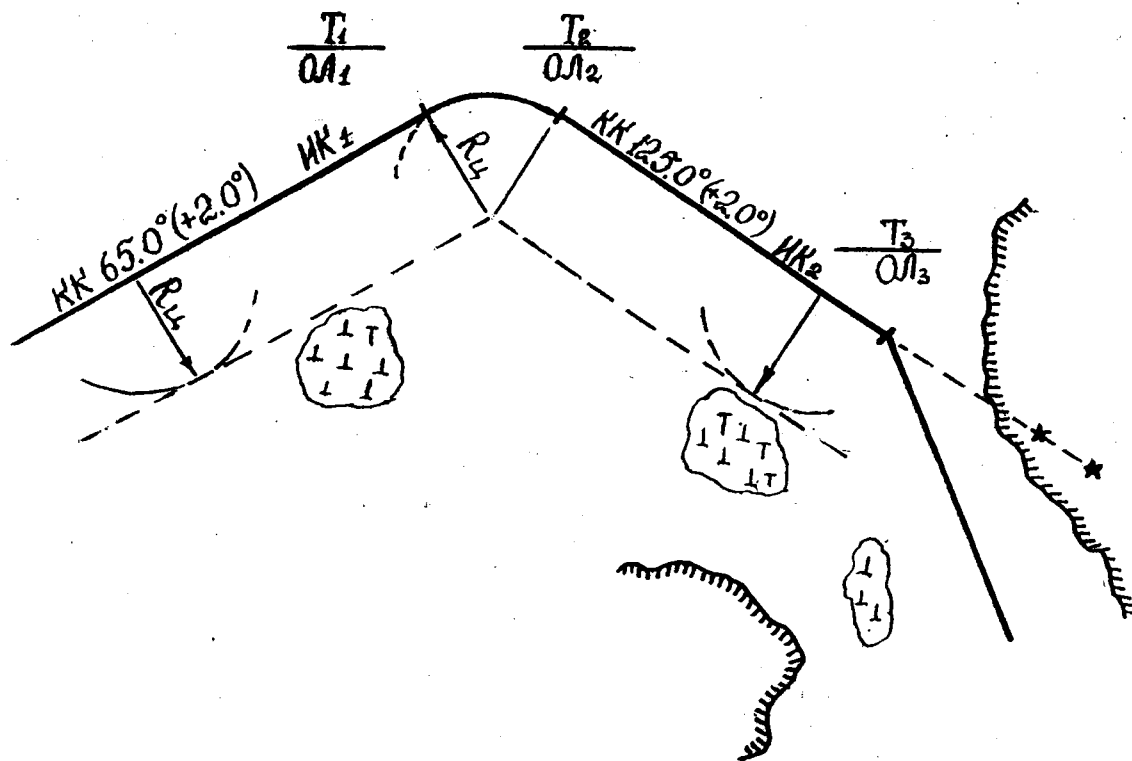
УЧЕТ ЦИРКУЛЯЦИИ

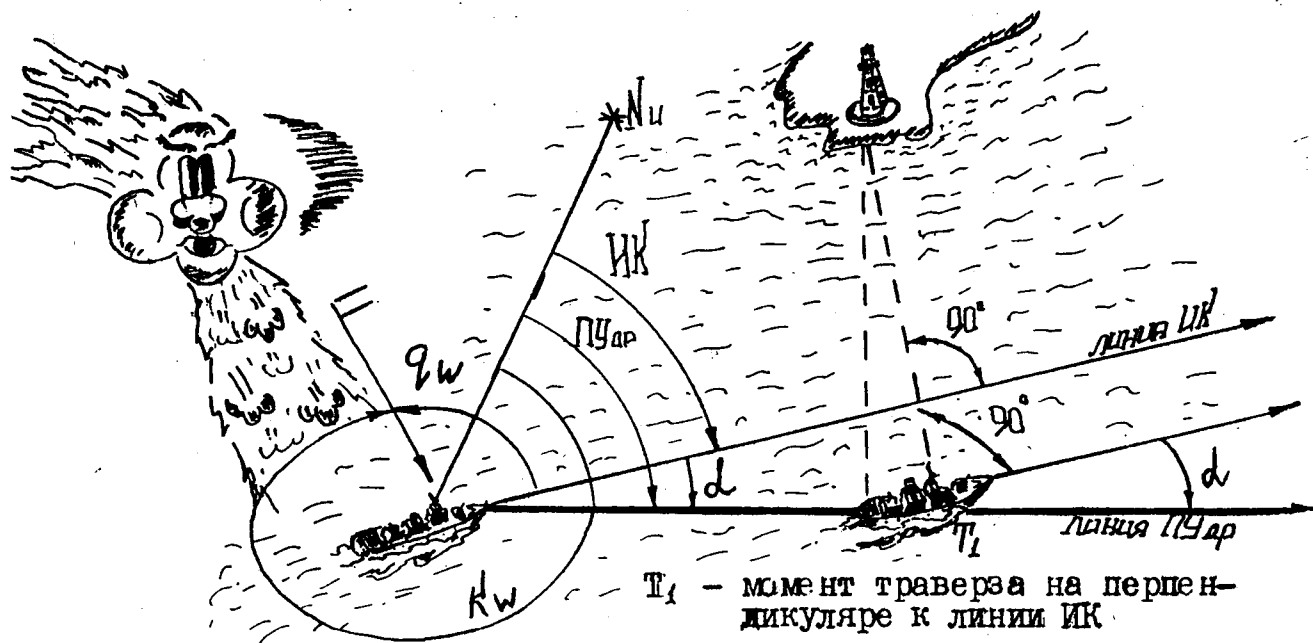
1. Циркуль устанавливается на боковой рамке карты раствором, равным радиусу циркуляции $R_{ц}$.
2. Циркуль устанавливается в точке начала поворота, а ножка с иглой - на перпендикуляре к линии истинного курса $ИК_1$ (точка 0).
3. Описывается дуга окружности и касательно к ней проводится линия нового курса ($ИК_2$).



Определение точек начала и окончания поворота для выхода на заданную линию (створ, ось фарватера, канала):

1. С любой точки $ИК_1, ИК_2$ радиусом $R_{ц}$ проводится вспомогательная полуокружность.
2. Касательно их проводятся вспомогательные линии, которые пересекаются в т. 0.
3. Из т. 0 радиусом $R_{ц}$ проводится окружность.
4. Точки касания с $ИК_1$ и $ИК_2$ - точки начала и окончания поворота.





УЧЕТ ВЕТРОВОГО ДРЕЙФА ПРИ ГРАФИЧЕСКОМ СЧИСЛЕНИИ

d - угол дрейфа.

Величина d зависит от скорости ветра W и курсового угла α_w .
Угол дрейфа d выбирается из таблиц или графиков, которые имеются на каждом корабле в рабочих таблицах штурмана:

- d имеет знак "+", если корабль сносит вправо от ИК;
- d имеет знак "-", если корабль сносит влево от ИК.

При решении задач счисления с учетом дрейфа следует **помнить: „Ветер дует в компас.“**

1. Корабль находится на линии пути, а его диаметральной плоскость параллельна линии ИК

$$ПУ_{др} = ИК + d.$$

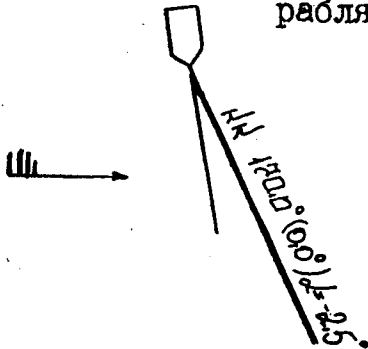
2. Пройденное кораблем расстояние откладывается на линии пути:

$$S_{л} = \text{рол} \cdot K_{л}.$$

РУЧНОЕ ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ С УЧЕТОМ ДРЕЙФА

I. Расчет путевого угла $\text{ПУ}_{\text{др}}$ при известном ИК корабля.

Пример. Корабль следует ИК = $170,0^\circ$ со скоростью $V_0 = 12$ уз. Наблюденный ветер $270,0^\circ - 18$ м/с. Определить $\text{ПУ}_{\text{др}}$ (путь корабля при дрейфе).



Решение: 1. Рассчитываем курсовой угол кажущегося ветра: $q_w = 270,0^\circ - 170,0^\circ = 100,0^\circ$ пр/б.

2. Из таблицы углов дрейфа по курсовому углу q_w и отношению скоростей кажущегося ветра и корабля (W/V) выбираем угол дрейфа d и определяем его знак $d = -2,5^\circ$.

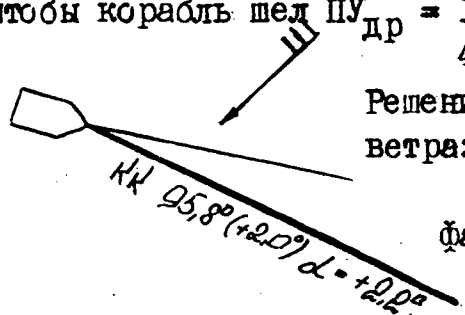
Таблица углов дрейфа

W	q _w												
	10°	20°	30°	"	"	60°	"	"	"	100°	"	"	120°
1,0						2,2							
1,5										2,5			

3. Находим путь корабля $\text{ПУ}_{\text{др}} = \text{ИК} + d$. $\text{ПУ}_{\text{др}} = 170,0^\circ - 2,5^\circ = 167,5^\circ$.

II. Расчет ИК при известном $\text{ПУ}_{\text{др}}$.

Пример. На карте проложен рекомендованный курс между навигац. опасностями, его направление $100,0^\circ$. Какой ИК задать рулевому, чтобы корабль шел $\text{ПУ}_{\text{др}} = 100,0^\circ$ со скоростью 12 уз при ветре $40^\circ - 15$ м/с, если $\Delta \text{ИК} = +2,0^\circ$.



Решение: 1. Рассчитываем курсовой угол ветра: $q_w = 40^\circ - 100^\circ = 60^\circ$ л/б.

2. Из таблицы выбираем угол дрейфа $d = +2,2^\circ$.

3. Рассчитываем ИК и ИК:

$$\text{ИК} = 100^\circ - 2,2^\circ = 97,8^\circ;$$

$$\text{ИК} = 97,8^\circ - 2,0^\circ = 95,8^\circ.$$

МОРСКОЕ ТЕЧЕНИЕ

Элементами течения являются: направление K_T , скорость V_T .
 Направление течения указывается в градусах в круговой системе и задается той точкой горизонта, куда оно направлено.

Правило: Течение вытекает из компаса. Скорость течения измеряется в узлах.



УЧЕТ ТЕЧЕНИЯ ПРИ ГРАФИЧЕСКОМ СЧИСЛЕНИИ

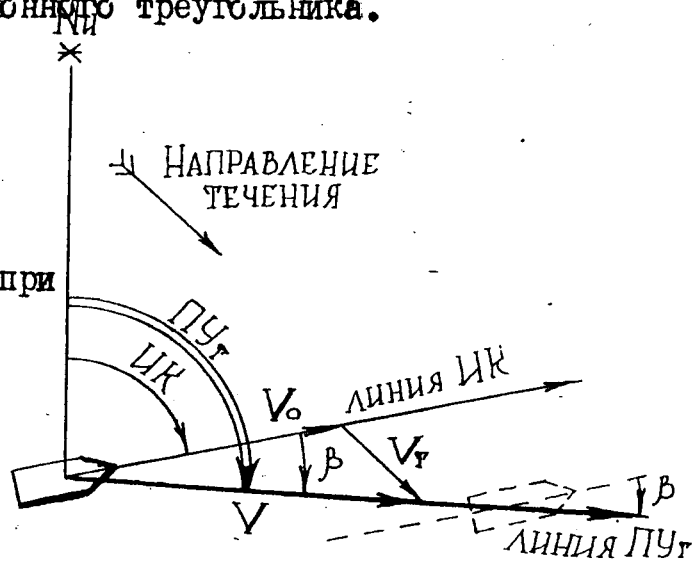
Учет течения при графическом счислении основан на построении так называемого навигационного треугольника.

V_0 - скорость корабля по оборотам;

V_T - скорость течения;

β - угол сноса корабля при течения;

$$\beta = ПУ_T - ИК.$$



$\beta(+)$, если корабль сносит вправо относительно линии ИК;

$\beta(-)$, если корабль сносит влево относительно линии ИК.

$ПУ_T$ - угол сноса корабля при течения

$$ПУ_T = ИК + \beta.$$

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Определить путь корабля $ПУ_T$ при известных $КК$, $\Delta КК$, $К_T$,

$V_T \cdot V_0$.

1. Из счислимой точки начала учета течения на карте прокладывается истинный курс корабля:



2. На линии ИК откладывается вектор скорости корабля V_0 в масштабе: 1 уз = 1 миля (например: $V_0 = 8$ уз - откладывается 8 миль).

3. Из конца вектора V_0 по направлению течения прокладывается вектор скорости течения V_T в том же масштабе, что и V_0 .

4. Соединив точку А и конец вектора течения V_T с помощью параллельной линейки, получим вектор скорости корабля относительно дна моря.

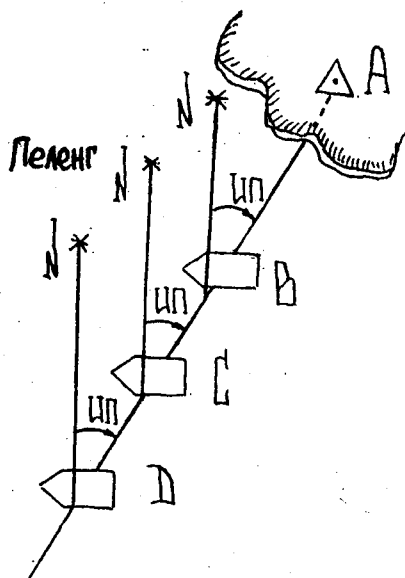
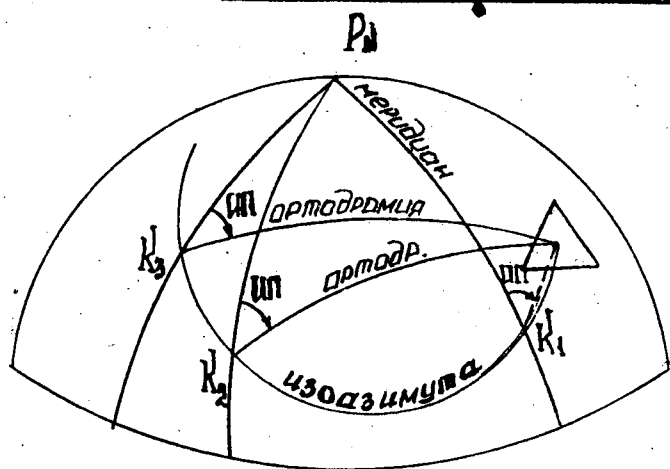
5. Не убирая параллельную линейку, прикладываем транспортир и считываем путь корабля $ПУ_T$.

6. Рассчитываем угол течения: $\beta = ПУ_T - ИК.$

7. Чтобы получить место на момент T_2/OL_2 , необходимо:

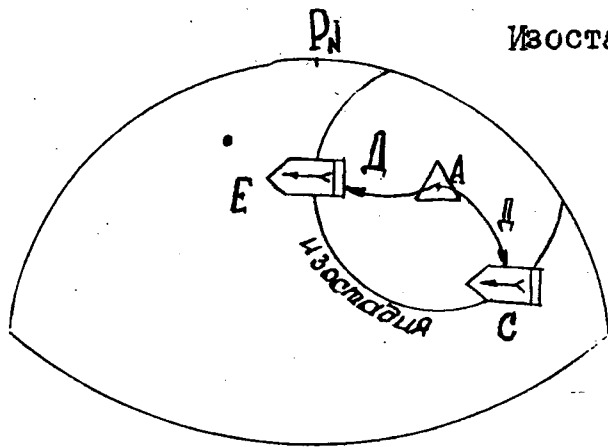
- рассчитать $S = K_L \cdot (OL_2 - OL_1)$ и проложить его на линии ИК (точка В);
- из точки В с помощью параллельной линейки провести линию, параллельную вектору скорости течения, до пересечения с линией пути;
- получим место корабля на момент T_2 .

ИЗОЛИНИИ И ЛИНИИ ПОЛОЖЕНИЯ

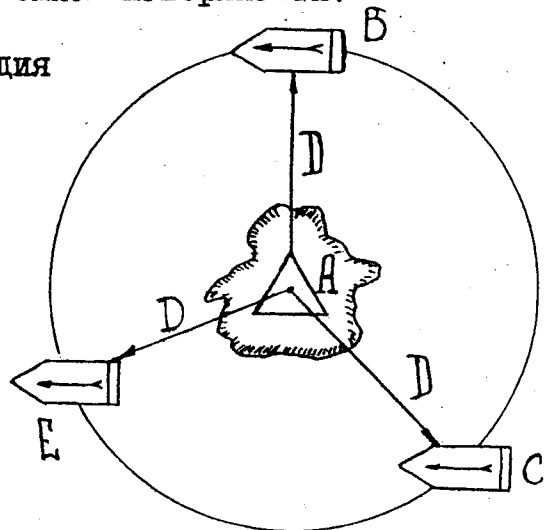


Изоазимута – сферическая кривая, соединяющая точки на земной поверхности с постоянными значениями истинных пеленгов (азимутов) на ориентир. На карте меркаторской проекции изображается кривой линией, выпуклой от ближайшего полюса. На небольших расстояниях заменяется локсодромией.

Изостадия – сферическая окружность, соединяющая равноудаленные от ориентира точки на земной поверхности.

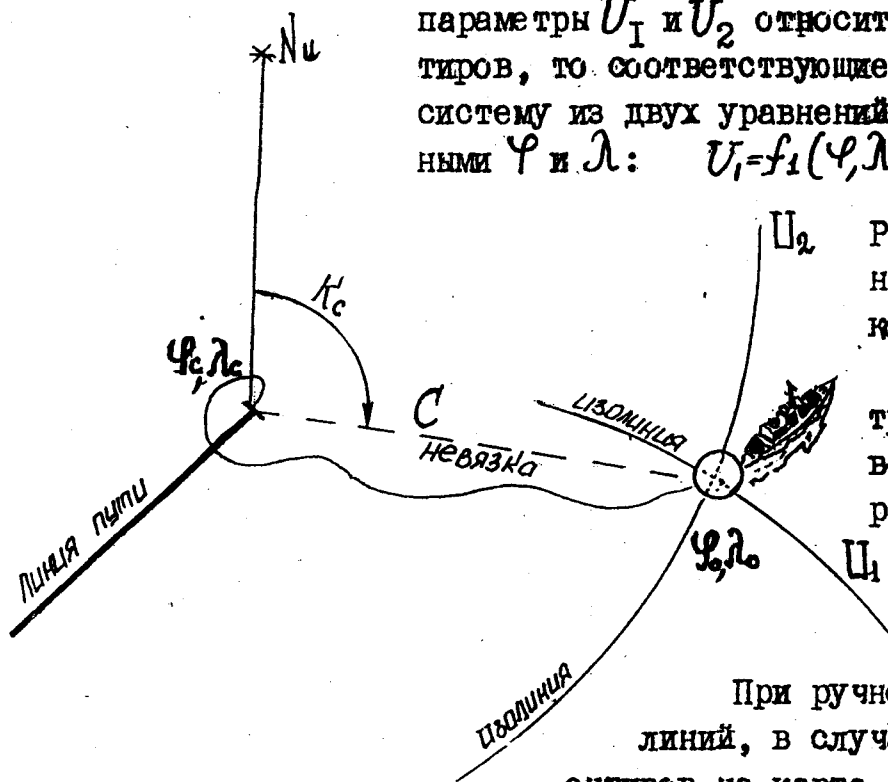


Изостадия



Навигационным параметром U называется измеряемая величина, зависящая от положения корабля относительно объекта измерения, $U = f(\varphi, \lambda)$. Навигационная изолиния – линия на земной поверхности, каждая точка которой соответствует одному и тому же значению навигационного параметра.

Если измерить одновременно навигационные параметры U_1 и U_2 относительно двух ориентиров, то соответствующие функции составят систему из двух уравнений с двумя неизвестными φ и λ : $U_1 = f_1(\varphi, \lambda)$; $U_2 = f_2(\varphi, \lambda)$.



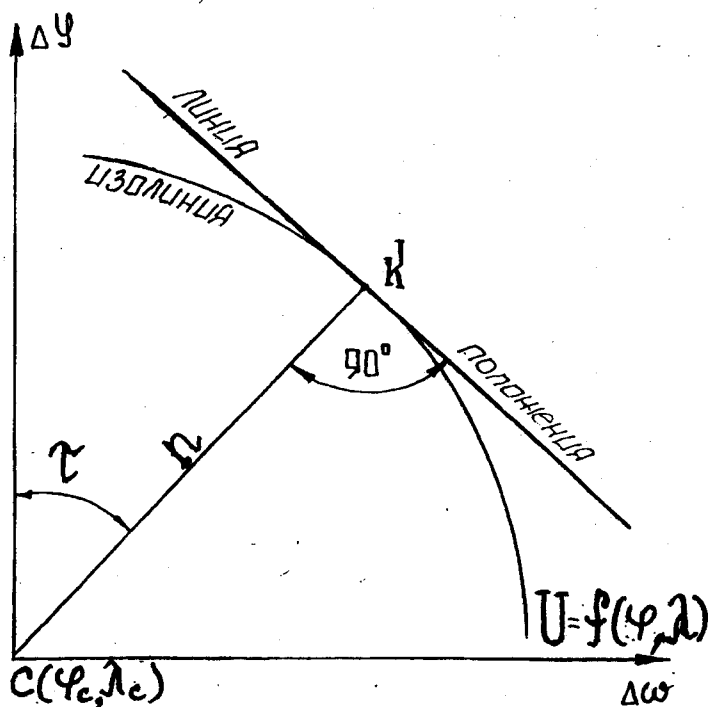
Решения этих уравнений дают искомые координаты корабля φ и λ . Геометрически это соответствует точке пересечения этих навигационных параметров.

При ручной прокладке изолиний, в случае отсутствия ориентиров на карте, т.е. при значительном удалении корабля от ориентиров, они заменяются линиями положения.

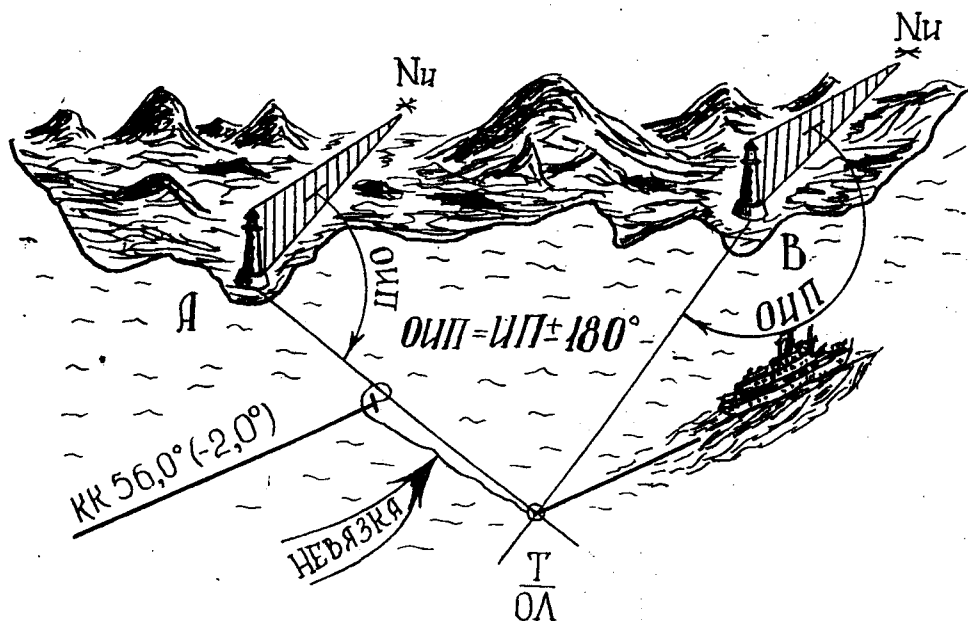
Проведя касательную к изолинии в определяющей точке К, получим линию положения.

h — перенос линии положения,

τ — направление перемещения линии положения относительно оси меридиана.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА КОРАБЛЯ ПО ДВУМ КОМПАСНЫМ ПЕЛЕНГАМ



Порядок работы

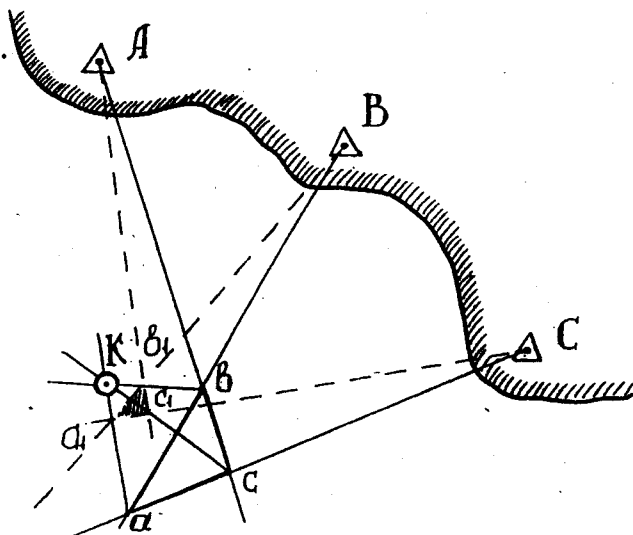
1. Выбрать ориентиры, угол между которыми находится в пределах $30 - 150^\circ$.
2. В быстрой последовательности измерить компасные пеленги и записать время (Т) и отсчет лага (ОЛ).
3. Исправить пеленги поправкой компаса $ИП = КП + \Delta К$ и проложить на карте от мест ориентиров А и В обратные истинные пеленги (ОИП).
4. Измерить направление и величину невязки счисления и произвести запись в навигационный журнал.

09	32	ОЛ = 63,2. М ^К Дальний $2,0^\circ$, М ^К Верхний $308,0^\circ$!
—	—	$\Delta К = -2,0^\circ$, С = $132^\circ - 1,3$ мили, М _с = 0,1 мили !

5. Первым измеряют навигационный параметр того ориентира, навигационная изолиния которого составляет острый угол с линией пути, т.е. близок к 0 или 180° .

В темное время суток первыми пеленгуются те огни маяков, которые имеют более продолжительное затемнение

ОТЫСКАНИЕ ВЕРОЯТНЕЙШЕГО МЕСТА В ТРЕУГОЛЬНИКЕ ПОГРЕШНОСТИ



1. При получении треугольника погрешности abc со сторонами более 0,5 мили следует принять поправку компаса изменить на $2-5^\circ$ в любую сторону и проложить вновь рассчитанные пеленги.

2. Вершины полученного нового треугольника $a_1 b_1 c_1$ соединить со сходственными вершинами Δabc прямыми линиями.

3. Точка пересечения этих прямых K определяет вероятнейшее место корабля, свободное от погрешности поправки компаса.

Измерить на карте направления истинных пеленгов из точки K на ориентиры и вычислить их разность. Получим поправку компаса.

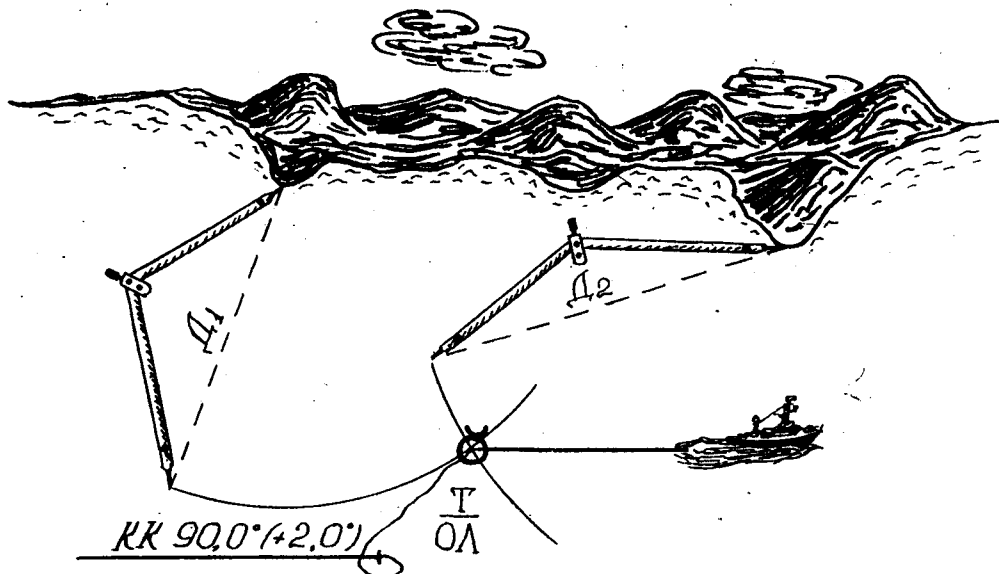
$$\Delta GK_1 = ИП_A - КП_A;$$

$$\Delta GK_2 = ИП_B - КП_B;$$

$$\Delta GK_3 = ИП_C - КП_C;$$

$$\Delta GK_{ср} = (\Delta GK_1 + \Delta GK_2 + \Delta GK_3)/3.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА КОРАБЛЯ ПО ДВУМ И БОЛЕЕ РАССТОЯНИЯМ



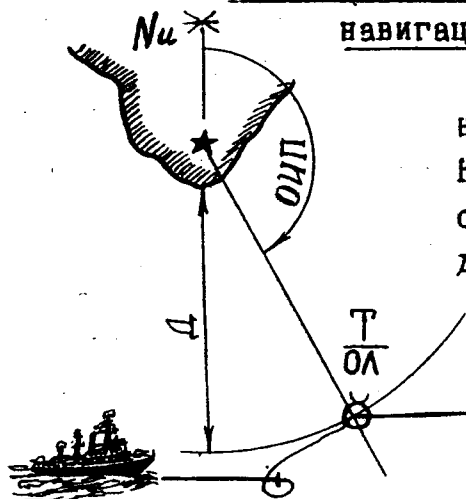
1. Первым измерять расстояние до ближайшего к траверзу ориентира, последним – до ориентира, находящегося на курсовых углах, близких к 0 или 180° .

2. Исправить измеренное расстояние поправкой ΔD_p и провести на карте дуги окружностей, центрами которых являются ориентиры, а радиусы равны в масштабе карты расстояниям D_1 и D_2 . В точке их пересечения – observed место корабля.

3. Записать в навигационный журнал:

I2	I7	оа=77,2. Мыс Черный $D_p=16,3$ мили. Мыс Круглый $D_p=18,9$
--	--	мили; $\Delta D_p=+0,2$ мили. $M_0=0,4$ мили; $C=33^\circ - 1,2$ мили.

Определение места корабля по разнородным навигационным параметрам

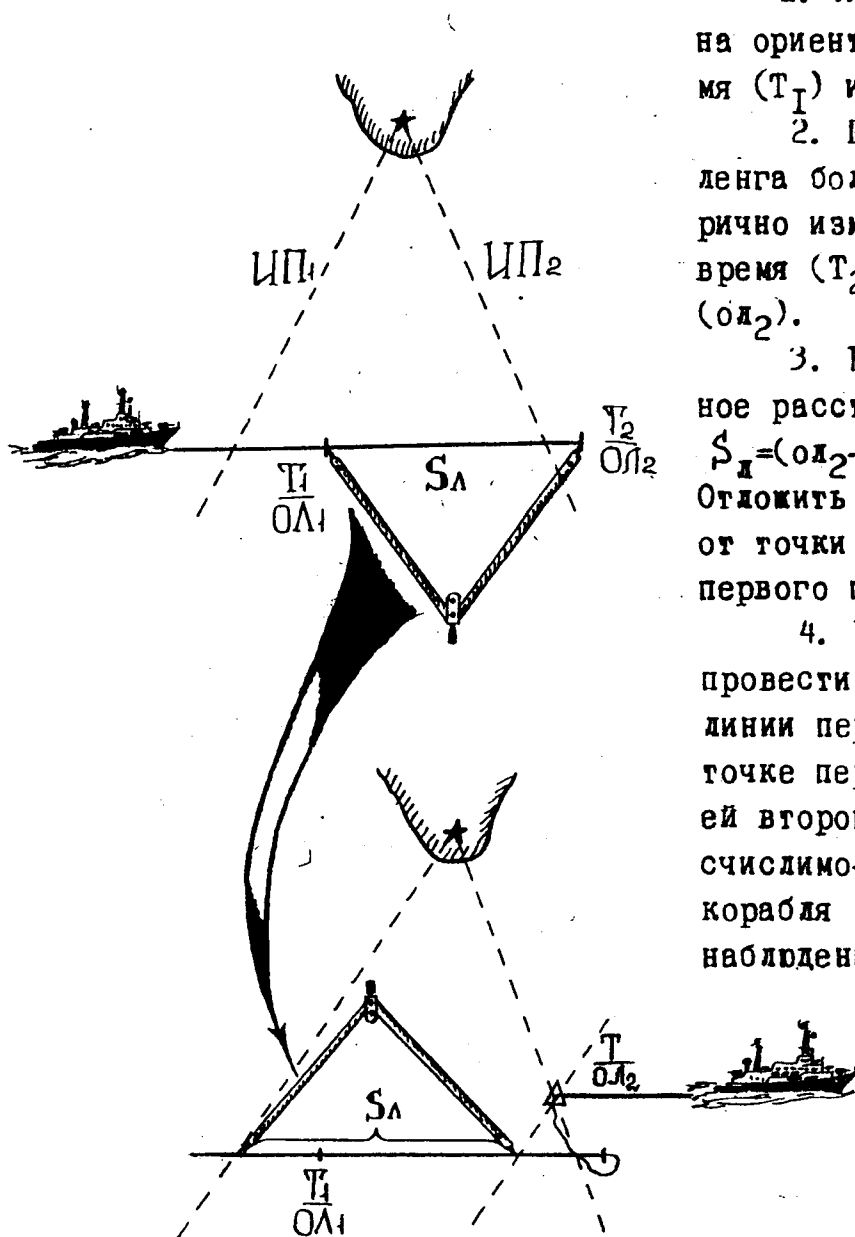


Навигационные параметры разного наименования называются разнородными. Наиболее часто применяется способ наблюдения по пеленгу и расстоянию до ориентира.

Для уменьшения ошибки наблюдения необходимо соблюдать очередность определения навигационных параметров в зависимости от скорости их изменения.

На острых и тупых курсовых углах на ориентир первым измеряется пеленг, а на траверзных курсовых углах – расстояние.

Определение места корабля по курс-пеленгу



1. Измерить первый пеленг на ориентир, заметить время (T_1) и отсчет лага ($ол_1$).

2. После изменения пеленга более чем на 30° вторично измерить пеленг, заметить время (T_2) и отсчет лага ($ол_2$).

3. Рассчитать пройденное расстояние по лагу

$S_{\text{Л}} = (ол_2 - ол_1) \cdot R_{\text{Л}}$.
Отложить его на линии курса от точки пересечения линии первого пеленга и курса.

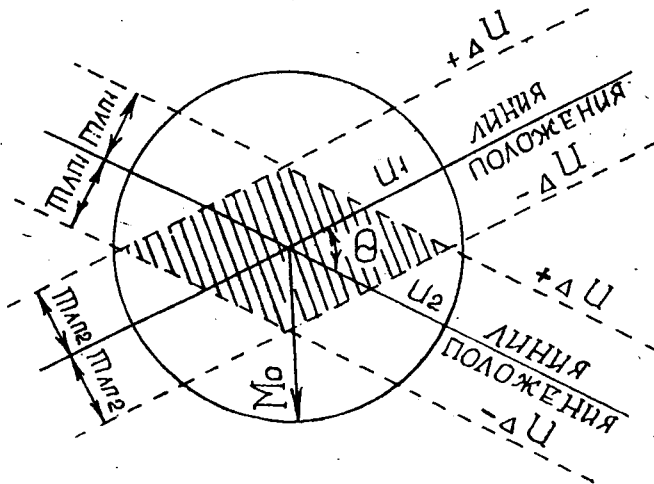
4. Из конца отрезка провести линию параллельно линии первого пеленга, в точке пересечения её с линией второго пеленга будет счислимо-обсервованное место корабля на момент второго наблюдения. Обозначить его треугольником.

5. Отмечается счислимое место на момент измерения второго пеленга, определяется направление и величина невязки и делается запись в навигационном журнале.

Запись в навигационном журнале

10	28	ол = 41,6, М ^К Дальний 21,3°; ΔГК = 0,0°.
10	47	ол = 48,1, М ^К Дальний 346,5°; ΔГК = 0,0°. М _{сч} = 0,3 мили
-	-	С = 332° - 2,3 мили.

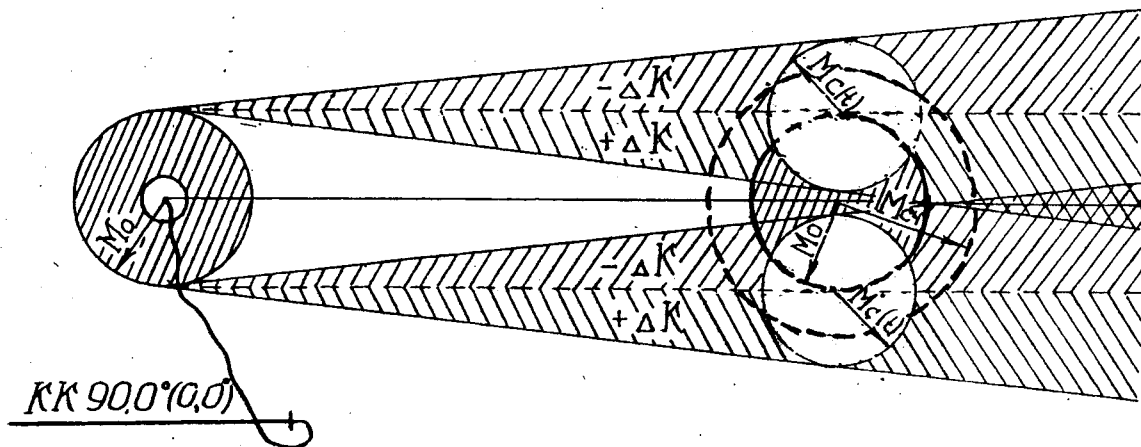
ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОБСЕРВОВАННОГО МЕСТА



Погрешности измерений и обработки навигационных параметров вызывает смещения линий положения:

$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\Delta \zeta 1}^2 + m_{\Delta \zeta 2}^2}$$

θ - угол пересечения линий положения;
 $m_{\Delta \zeta 1}, m_{\Delta \zeta 2}$ - средние квадратические погрешности линий положения.



$M_{сч}$ - радиальная средняя квадратическая погрешность текущего счислимого места корабля

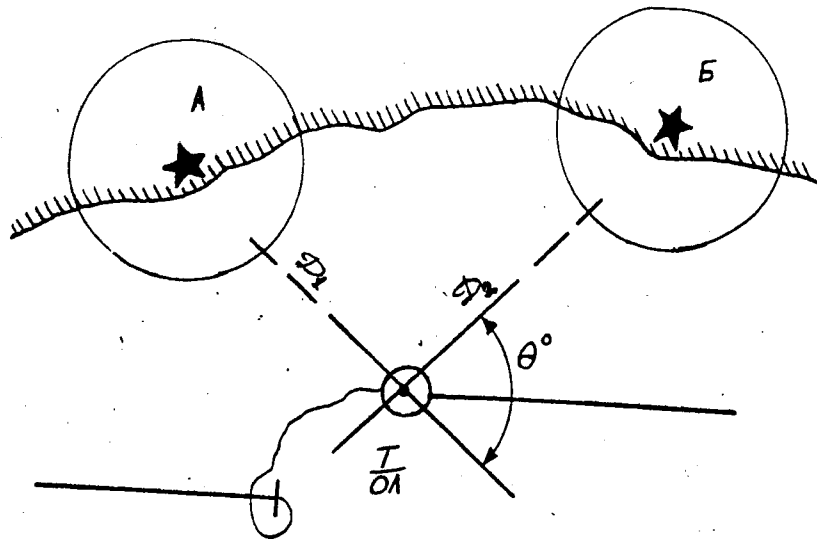
$$M_{сч} = \sqrt{M_0^2 + M_{сч}(t)^2}$$

$M_{сч}(t)$ - радиальная средняя квадратическая погрешность счислимого места;

$M_{сч}(t) = 0,7 K_c t_{сч}$ - при плавании по счислению до 2 часов ($t_{сч} \leq 2^z$);

$M_{сч}(t) = K_c \sqrt{t_{сч}}$ - при плавании по счислению более 2 часов ($t_{сч} \geq 2^z$).

А. ПО ПЕЛЕНГАМ



$$M_o = \frac{m_n^o}{57.3 \cdot \sin \theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2}$$

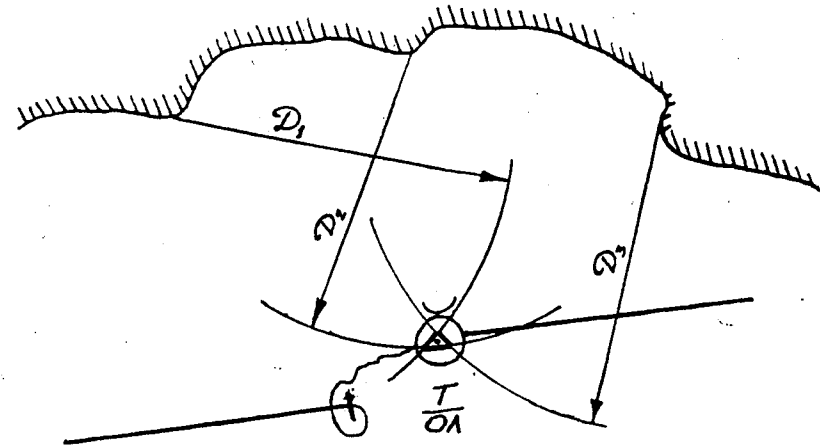
θ - угол пересечения линий положения
- расстояния до ориентиров (мили)

m_n^o - погрешность пеленга

m_n^o	{	0,6-1,7° - для ПГК-2
		0,9-1,9° - для пеленгатора МК
		0,7-1,9° - для навигационной РЛС
		2-3° - для ГАС

$$M_{o3лп} = 0,7 M_{o2лп}$$

Б. ПО РАССТОЯНИЯМ



а) по 2-м расстояниям

$$M_o = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{D_1}^2 + m_{D_2}^2}$$

θ - угол между направлениями на ориентиры

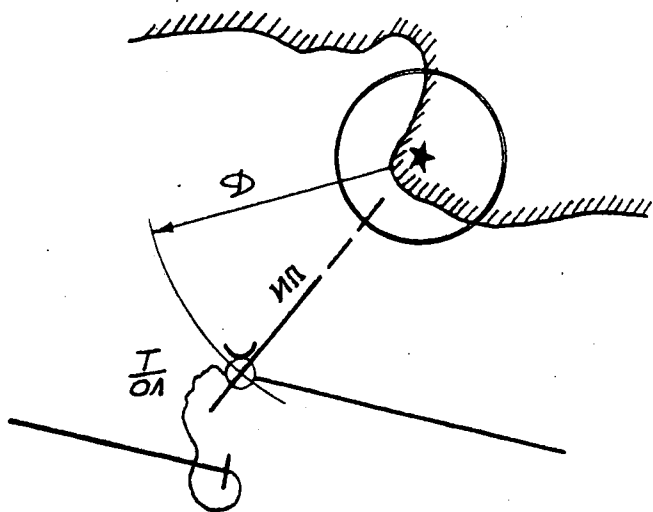
б) по 3-м расстояниям

$$M_{o3д} = 0,7 M_{o2д}$$

m_{D_1}, m_{D_2} - средние квадратические погрешности
расст. (мили) $m_{лп} = m_{D_1}$

m_{D_2}	{	0,6-1,0% } от измеренного	- ориентиры точечные
		2-3% }	- береговая черта
		5% - дальности шкалы	- неподвижный круг дальности
		2-3% - от измеренного расстояния	- для ГАС

В. ПО ПЕЛЕНГУ И РАССТОЯНИИ ДО
ОДНОГО ОРИЕНТИРА

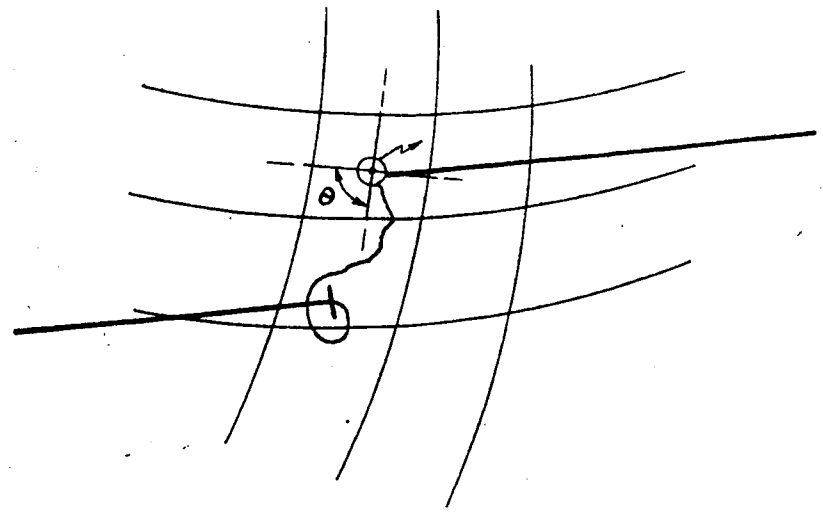


$$M_0 = \sqrt{\left(\frac{m_0 \cdot D}{57.3}\right)^2 + m_0^2}$$

Погрешности навигационного
параметра
(из руководства по оценке
точности кораблевождения).

Г. По импульсно-фазовым РНС

1. "Лоран-С"
2. РСДН-3
3. РСДН-10



$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\Delta U_1}^2 + m_{\Delta U_2}^2}$$

$L_1 L_2$ - расстояние между соседними гиперболами, мили;
 $\Delta U_1 \Delta U_2$ - разность оцифровок пар соседних гипербол;
 m_u - с.к.п. замера навигационного параметра.

Погрешности навигационных параметров
 $m_u \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \dots 0,7 \text{ мкс} - \text{ по поверхности волне} \\ 2 \dots 10 \text{ мкс} - \text{ по пространств. волне} \end{array} \right\}$ КПИ-5Ф

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ КОРАБЛЯ

Помнить! Нельзя место корабля считать только как точку, обозначенную на карте.

На местности корабль занимает определенную площадь: круг с радиусом M_0 .

1. При $R = M_0$, вероятность $P = 63,2\%$;
2. При $R = 2M_0$, вероятность $P = 98,2\%$;
3. При $R = 3M_0$, вероятность $P = 100,0\%$.

Считать, что расстояние до ближайшей навигационной опасности, равное $3M_0$, гарантирует безопасность плавания.

Величина допустимой радиальной средней квадратической погрешности места корабля (M_D) в зависимости от заданной вероятности безопасности плавания рассчитывается по формуле:

$$M_D \leq \frac{D_{\text{оп}}}{K},$$

$D_{\text{оп}}$ - расстояние до ближайшей навигационной опасности;
 K - коэффициент, выбранный из табл. МТ-75 № I-3 с заданной вероятностью.

Заданная вероятность безопасного плавания обеспечивается, если радиальная с.к.п. текущего места корабля не превышает допустимую, т.е.

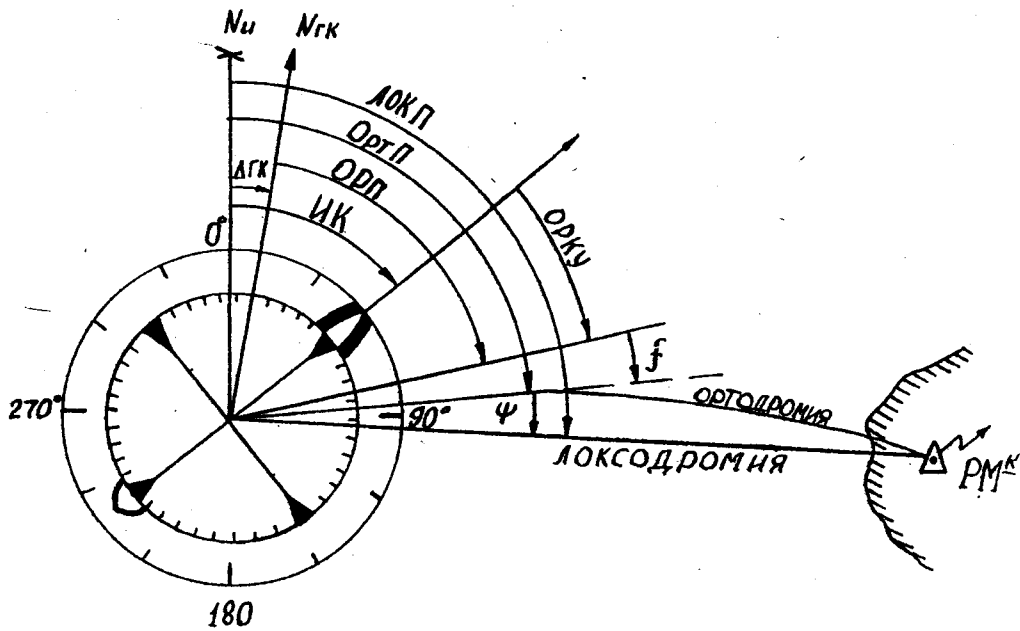
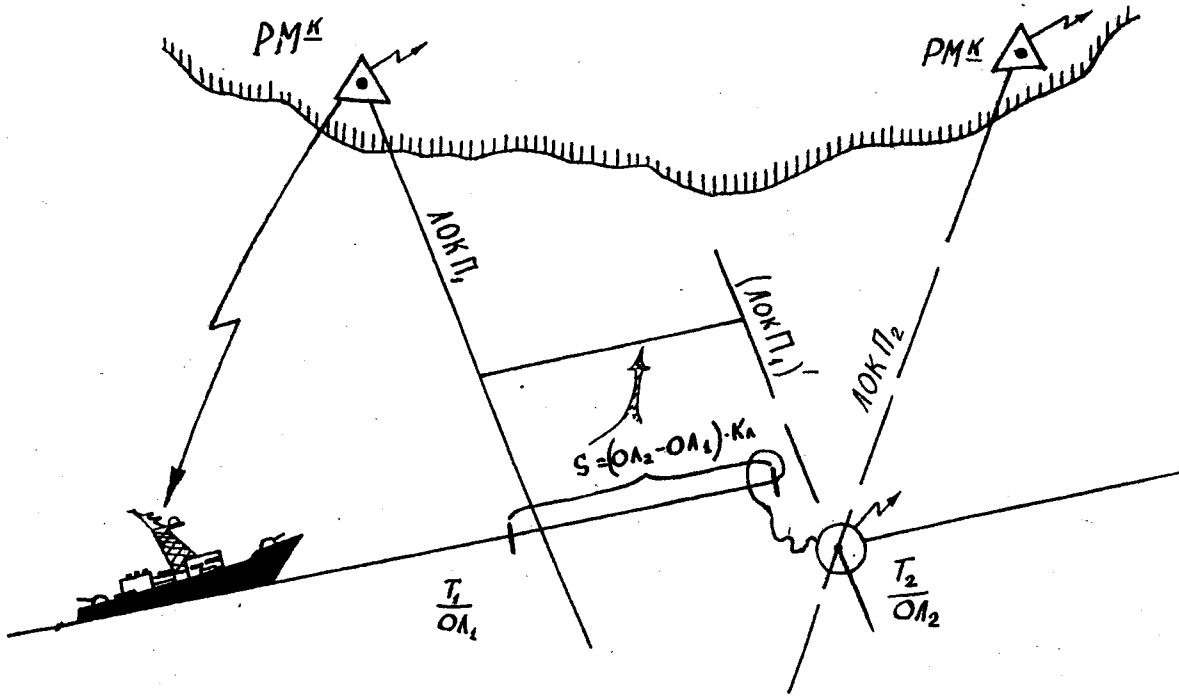
$$M_{\text{сч}} \leq M_D.$$

Расчет допустимой дискретности наблюдений t_D (в часах) при плавании в видимости берегов производится по формуле:

$$t_D \leq \frac{1,4}{K_C} \sqrt{M_D^2 - M_0^2},$$

где K_C - коэффициент точности счисления;
 M_0 - ожидаемая с.к.п. наблюдений;
 M_D - допустимая с.к.п. места корабля.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА КОРАБЛЯ ПО РАДИОПЕЛЕНГАМ



ВЫЧИСЛЕНИЕ Лок П

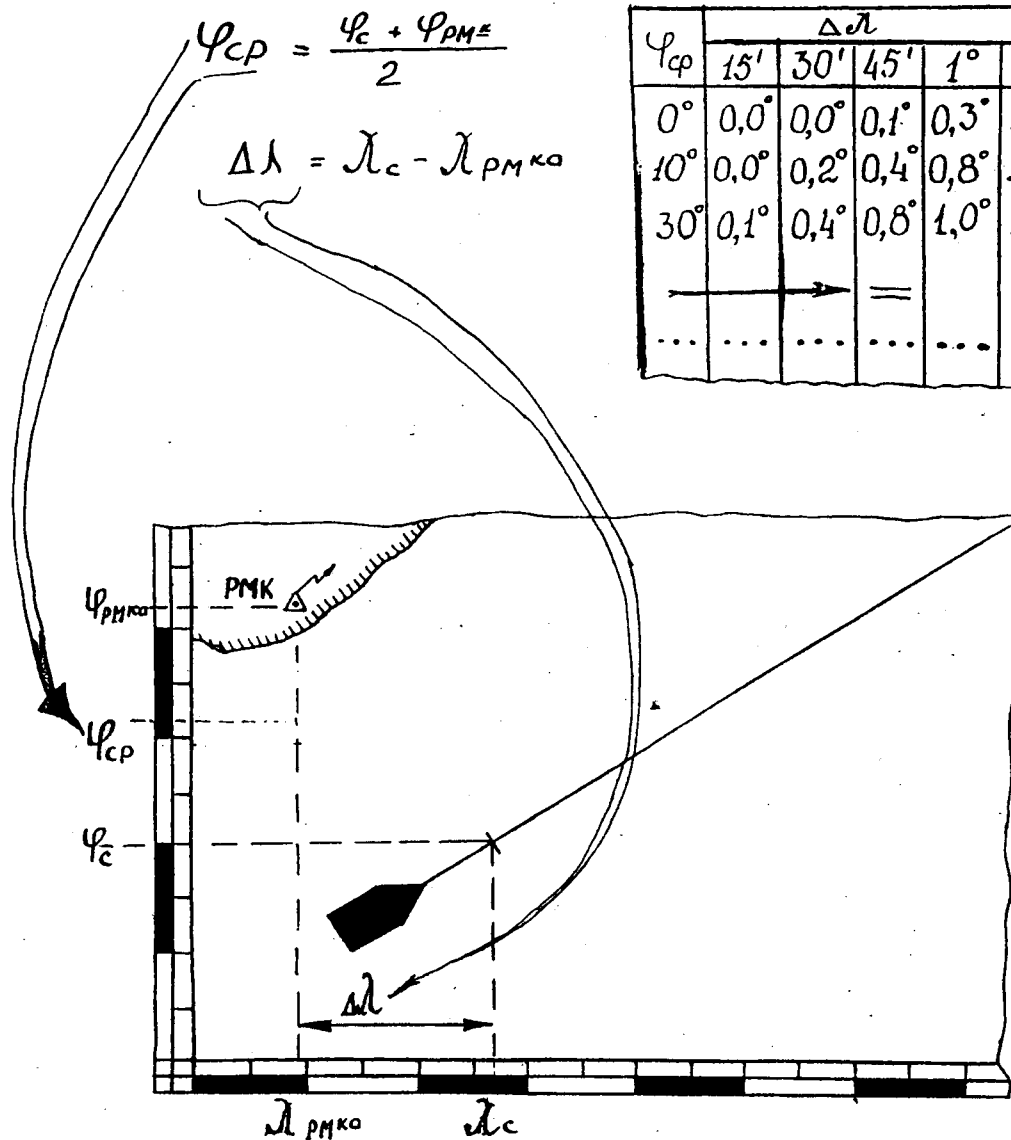
- ОРП = ... отсчет радиопеленга. Снимается с внешней шкалы гониометра.
- + f = ... из таблицы радиодевииации рабочих таблиц штурмана по ОРКУ.
- + $\Gamma К$ = ... поправка гирокомпаса.
- Орг. П = ... ортодромический пеленг.
- + Ψ = ... ортодромическая поправка. Выбирается из табл. 23а
- Лок П = ... МТ-75 по $\varphi_{ср}$ и $\Delta \lambda$.

Таблица радиодевииации

ОРКУ	f
0°	+1,0°
10°	+1,2°
20°	+2,2°
30°	-2,0°

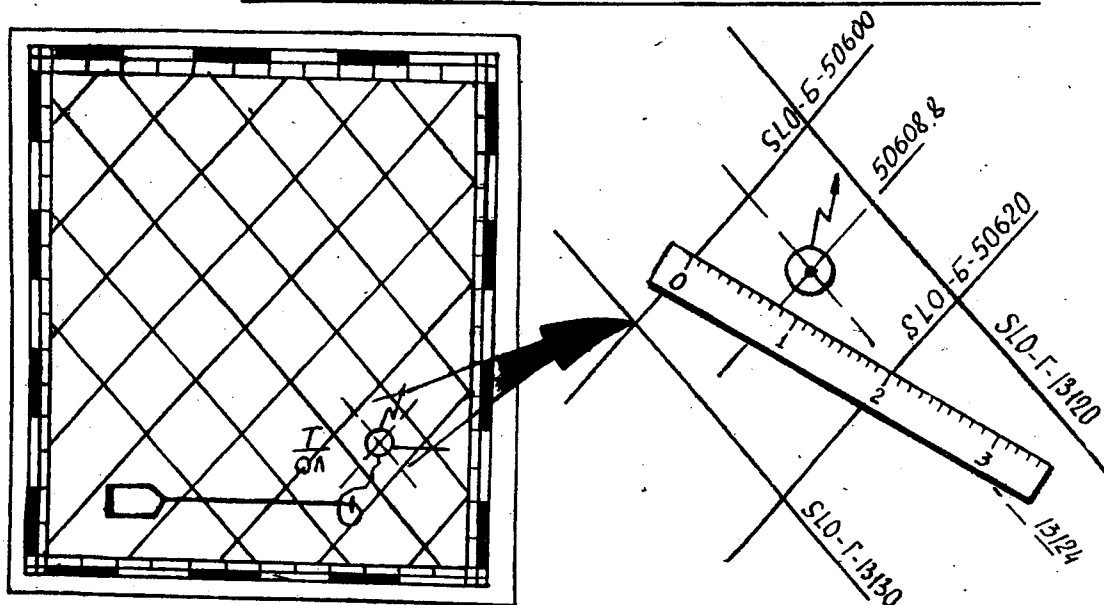
Таблица 23 а

$\varphi_{ср}$	$\Delta \lambda$					
	15'	30'	45'	1°	1,5°
0°	0,0°	0,0°	0,1°	0,3°
10°	0,0°	0,2°	0,4°	0,8°
30°	0,1°	0,4°	0,8°	1,0°
...



ОІ. 00	ол=74,5 · РМ ^К Тарханкутский ОРП=340,0°, ΔГК=+2,0°, ψ=-0,3°
ОІ. 05	ол=77,2 · РМ ^К Евпаторийский ОРП=30,0°, ΔГК=2,0°, ψ=+0,2°
ОІ. 07	ол=78,5 · РМ ^К Керсонецский ОРП=120,0°, f = -3,0°, ψ=+0,3°, ΔГК=2,0°
-- --	φ ₀ = 44° 38,2' ; λ ₀ = 33° 10,5' Е. М ₀ = +1,5 мили ; С = 16,0° - 2,3 мили

**Определение места корабля на карте с сетками
изолиний РНС РСДН-3**



При графическом способе определения места корабля требуются радионавигационные карты с сетками гипербола.

1. С индикаторного устройства ИПИ-5Ф снимаются отсчеты изолиний в микросекундах каждой пары станций.

2. На карте находят изолинии (гипербола), соответствующие измеренным навигационным параметрам. В их пересечении место корабля.

3. Если отсутствуют данные изолинии, то производят графическую интерполяцию между ближайшими гиперболами с помощью миллиметровой линейки.

При определении места по фазовым РНС необходимо определить по счислению грубую дорожку на карте с сетками изолиний (гипербола).

Запись в навигационный журнал

23	10	ол = 33,8. РНС РСДН-3, SLO -Б, Т _{пов} = 50632, ΔТ = 0;
--	--	SLO -Г, Т _{пов} = 13124, ΔТ=0; φ ₀ = 44° 17,3'; λ ₀ = 34° 10,2' Е,
--	--	М ₀ = 0,4 мили; С = 10° - 1,3 мили.