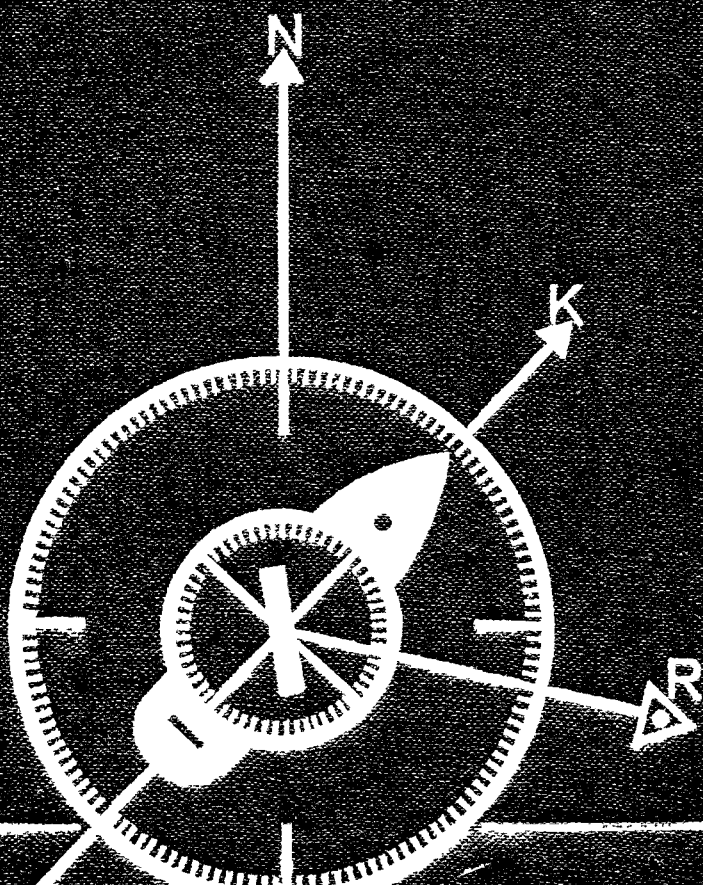


Г.Г.ЕРМОЛАЕВ, Е.С.ЗОТЕЕВ

# ОСНОВЫ МОРСКОГО СУДОВОЖДЕНИЯ



Г.Г. ЕРМОЛАЕВ, Е.С. ЗОТЕЕВ

# **ОСНОВЫ МОРСКОГО СУДОВОЖДЕНИЯ**

Под редакцией  
капитана дальнего плавания  
профессора Г. Г. Ермолаева

ИЗДАНИЕ ПЯТОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Утверждено Главным управлением  
по работе с моряками заграничного  
кадров и учебных заведений в качестве  
учебника для студентов  
по специальности  
"Эксплуатация водного транспорта"  
(1608)  
вузов Минморфлота

1988



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1988

## Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

### § 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты

Земля имеет неправильную сферическую форму, которая получила название *геоид* (земной). Геоид представляет собой поверхность, нормаль к которой в каждой ее точке совпадает с отвесной линией в этой точке. Из сферических форм наиболее близкой к геоиду является эллипсоид вращения, образованный вращением эллипса  $P_NEP_SQ$  вокруг его малой оси  $P_NP_S$  (рис. 1). Эллипсоид вращения, поверхность которого достаточно близка к поверхности действительной фигуры Земли, называется *земным сфероидом*. Ось вращения земного сфероида (малая ось  $2b$  на рис. 1) и его экваториальная плоскость совпадают с осью вращения Земли и ее экватором. Основные параметры земного сфероида — его большая и малая полуоси  $a$  и  $b$  — постоянно уточняются, поэтому в каждой стране используют те или иные, но вполне определенные параметры земного сфероида.

Сфероид, на поверхность которого мысленно проектируют все измерения, относящиеся к поверхности геоида, называют *эллипсоидом отнесения*, или *референц-эллипсоидом*. В СССР для всех геодезических и картографических работ приняты размеры референц-эллипсоида Ф. Н. Красовского, для которого:

большая полуось  $a = 6\,378\,245$  м;

малая полуось  $b = 6\,356\,863$  м;

эксцентриситет  $e^2 = (a^2 - b^2)/a^2 = 0,00669336$ ;

сжатие  $\alpha = (a - b)/a = 0,00335233$ .

Из-за незначительного сжатия земного сфероида в судовождении форму Земли принимают за шар (пунктир на рис. 1), поверхность которого равна поверхности эллипсоида; радиус такого шара  $R$  по Ф. Н. Красовскому равен  $6\,371\,116$  м.

**Основные точки, круги, линии и плоскости на поверхности Земли.** Приняв Землю за шар (рис. 2), вообразим прямую, вокруг которой происходит суточное вращение Земли. Точки пересечения такой прямой с поверхностью земного шара называют *географическими*, или *земными, полюсами*: северный —  $P_N$ , южный —  $P_S$ .

Известно, что при сечении шара плоскостью получается круг, размеры которого будут тем больше, чем ближе к центру шара плоскость сечения. Наибольшими окажутся круги от сечения шара плоскостями, проходящими через центр. Такие круги называют *большими*. Круги, образующиеся от сечения шара плоскостями, не проходящими через его центр, называют *малыми*.

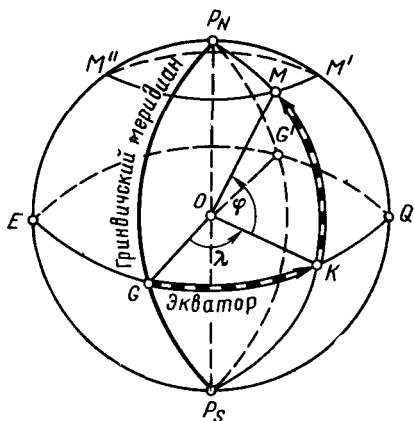


Рис. 1. Форма и размеры Земли

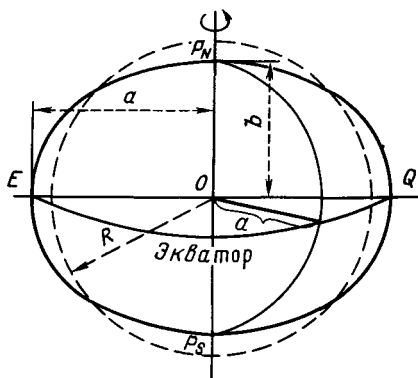


Рис. 2. Основные точки и круги на земном шаре

Окружность большого круга  $EGQG'$ , перпендикулярного оси вращения Земли, называют **экватором**. Последний делит поверхность земного шара на два полушария — *северное* и *южное*.

Окружность малого круга  $MM'M''$ , параллельного экватору, называют **географической параллелью**. Половину окружности большого круга  $P_NMKP_S$ , заключенную между географическими полюсами, называют **географическим меридианом места**, или **меридианом наблюдателя**.

Из всех географических меридианов особенно выделены два:  $P_NGP_S$ , проходящий через Гринвичскую обсерваторию (близ Лондона), и  $R_NG'P_S$ , противоположный Гринвичскому и лежащий с ним в одной плоскости. Эти два меридиана условно делят поверхность

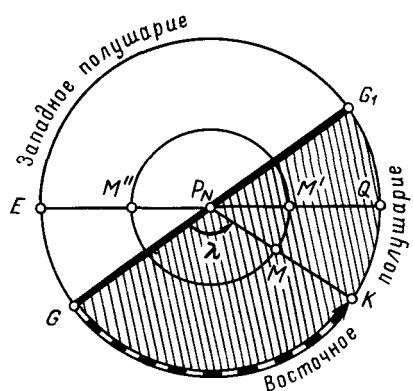


Рис. 3. Восточное и западное полушария

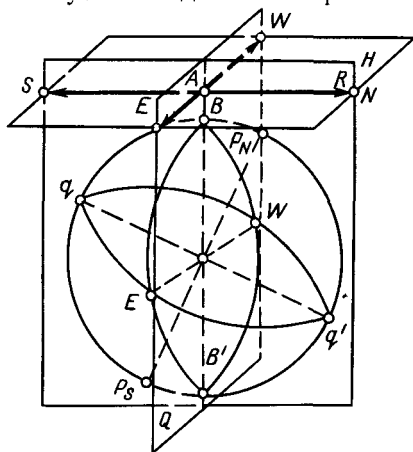


Рис. 4. Основные линии и плоскости на земном шаре



земного шара на два полушария — *восточное* и *западное*. Если рис. 2 изобразить на плоскости земного экватора (рис. 3), то его заштрихованная часть будет находиться в восточном полушарии, а незаштрихованная — в западном.

Меридиан, проходящий через Гринвич, называют *Гринвичским*, (или *начальным*, или *нулевым*), так как от него ведется отсчет долгот.

В любой точке  $B$  (рис. 4) на земной поверхности наблюдатель, глаз которого находится в некоторой точке  $A$  на возвышении  $AB = e$ , при помощи отвеса может получить направление отвесной линии, или *вертикаль*. Плоскость, проходящую через вертикальную линию, называют *вертикальной*, а перпендикулярную отвесной линии — *горизонтальной*.

Горизонтальную плоскость  $H$ , проходящую через глаз наблюдателя, называют плоскостью *истинного горизонта наблюдателя*. Вертикальную плоскость  $R$ , проходящую через глаз наблюдателя и земные полюсы, называют *плоскостью истинного меридиана наблюдателя*. Пересечение этой плоскостью земного шара дает в сечении большой круг  $BP_Nq'P_Sq$ , окружность которого называют *меридианом наблюдателя*, или *меридианом места*.

Вертикальную плоскость  $Q$ , проходящую через глаз наблюдателя перпендикулярно плоскости истинного меридиана наблюдателя, называют плоскостью *первого вертикала*. Пересечение земного шара плоскостью  $Q$  дает в сечении большой круг  $BEB'W$ , который является меридианом только в том частном случае, когда наблюдатель находится на географическом полюсе (точка  $B$  тогда совпадает с  $P_N$  или с  $P_S$ ).

Плоскости истинного горизонта  $H$  и истинного меридиана  $R$  наблюдателя пересекаются по линии  $NS$ , которая определяет направление истинного меридиана наблюдателя в данной точке  $B$  и называется *полуденной линией*, так как в плоскости  $NS$  (плоскость  $R$ ) Солнце бывает в полдень.

Направление линии  $AN$  от глаза наблюдателя в сторону Северного полюса указывает наблюдателю точку севера  $N$ , а обратное направление  $AS$  — точку юга  $S$ . Таким образом полуденная линия  $NS$  определяет положение двух главных точек горизонта, или стран света, — *севера* и *юга*.

Плоскости истинного горизонта и первого вертикала пересекаются по линии  $WE$ , определяющей направления на точки  $W$  и  $E$  в данной точке  $B$  земной поверхности. Таким образом, линия  $WE$  определяет положение еще двух стран света — *запада* и *востока*.

**Географические координаты.** Пусть судно и находящийся на нем наблюдатель расположены в некоторой точке  $M$  (см. рис. 2) на поверхности земного шара. Положение любой точки  $M$  на поверхности шара определяется двумя сферическими координатами — широтой  $\varphi$  и долготой  $\lambda$ . Для определения таких координат проведем параллель и меридиан точки  $M$ , отметив пересечение последнего с экватором в точке  $K$ .

*Широта* — угол между плоскостью экватора и линией, соединяющей место наблюдателя (точка  $M$ ) на поверхности Земли с центром  $O$  земного шара. Так, широта точки  $M$  выражается центральным углом  $МОК$ , измеряемым дугой меридиана  $КМ$ . Широта  $\varphi$  измеряется в пределах от  $0$  до  $90^\circ$  от экватора в сторону географических полюсов и имеет наименование  $N$  — *северная* или  $S$  — *южная* в зависимости от того, в каком полушарии находится наблюдатель. Таким образом географическая параллель  $ММ'M''$  является геометрическим местом точек, имеющих одну и ту же широту. Широта точек, расположенных на экваторе, равна  $0$ ; широта северного полюса  $90^\circ N$ ; широта южного полюса  $90^\circ S$ .

*Долгота* — двугранный угол между плоскостями нулевого (Гринвичского) меридиана и меридиана наблюдателя (точка  $M$ ). Этот угол  $\lambda$  измеряют меньшей дугой экватора (но не параллели), заключенной между меридианами, от  $0$  до  $180^\circ$  в обе стороны от гринвичского меридиана. Так, долгота точки  $M$  (см. рис. 2) измеряется дугой экватора  $GK$ . Долгота  $\lambda$  имеет наименование  $E$  — *восточная* или  $W$  — *западная* в зависимости от того, в каком полушарии находится наблюдатель. Таким образом, географический меридиан  $P_0MP_0$  является геометрическим местом точек, имеющих одну и ту же долготу.

Долгота точек, расположенных на Гринвичском меридиане (см.  $P_0GP_0$  на рис. 2 или  $P_0G$  на рис. 3), равна  $0$ ; долгота точек, расположенных на меридиане  $P_0G'P_0$  (см. рис. 2), равна  $180^\circ E$  или  $180^\circ W$ .

Морские карты крупных масштабов, предназначенные для плавания вблизи берегов, позволяют снимать с них географические координаты точки с точностью до десятых долей минуты дуги. Так, например, Одесский маяк имеет координаты  $\varphi = 46^\circ 30,2' N$ ,  $\lambda = 30^\circ 46,3' E$ .

## § 2. Разность широт. Разность долгот. Отшествие

Совершая плавание из точки на земной поверхности  $A$  ( $\varphi_1$ ,  $\lambda_1$  — пункт отхода) в точку  $B$  ( $\varphi_2$ ,  $\lambda_2$  — пункт прихода), судно изменяет свою широту и долготу; при этом образуется разность широт и разность долгот (рис. 5).

*Разность широт* (РШ) — меньшая из дуг любого меридиана, заключенная между параллелями пунктов отхода и прихода (дуга  $CB$  на рис. 5), измеряется в пределах от  $0$  до  $180^\circ$  и имеет наименование к  $N$ , если северная широта увеличивается или южная широта уменьшается, и к  $S$ , если северная широта уменьшается или южная широта увеличивается. Если северной широте условно приписать знак плюс, а южной — знак минус, то РШ и ее наименование определяются по формуле

$$\text{РШ} = \varphi_2 - \varphi_1. \quad (1)$$

В примерах 1, 2 и 3 для простоты рассуждений пункты отхода и прихода расположены на одном географическом меридиане, т. е.

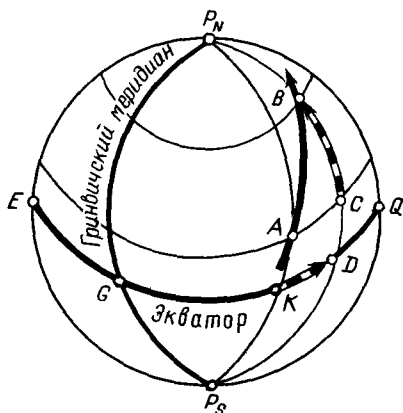


Рис. 5. Разность широт и долгот

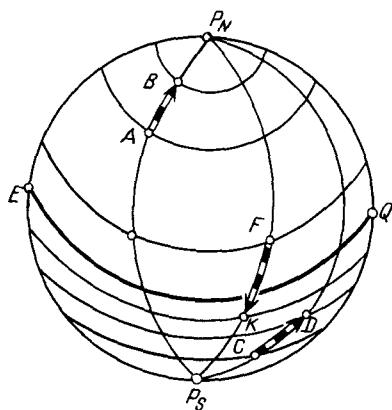


Рис. 6. Разность широт

имеют одну и ту же долготу. На рис. 6 стрелкой показаны направления движения судов и сделанные ими разности широт.

### Пример 1

Пункт отхода A:  $\varphi_1 = 14^\circ 46,0'N$  по формуле (1)

$$- \varphi_2 = +57^\circ 18,5'$$

Пункт прихода B:  $\varphi_2 = 57^\circ 18,5'N$

$$\varphi_1 = +14^\circ 46,0'$$

Плавание AB:  $PШ = 42^\circ 32,5' \text{ к } N$

$$PШ = +42^\circ 32,5'$$

### Пример 2

Пункт отхода C:  $\varphi_1 = 43^\circ 27,8'S$  по формуле (1)

$$- \varphi_2 = -23^\circ 17,6'$$

Пункт прихода D:  $\varphi_2 = 23^\circ 17,6'S$

$$\varphi_1 = -43^\circ 27,8'$$

Плавание CD:  $PШ = 20^\circ 10,2' \text{ к } N$

$$PШ = +20^\circ 10,2'$$

### Пример 3

Пункт отхода F:  $\varphi_1 = 25^\circ 49,2'N$  по формуле (1)

$$- \varphi_2 = -4^\circ 17,5'$$

Пункт прихода K:  $\varphi_2 = 4^\circ 17,5'S$

$$\varphi_1 = +25^\circ 49,2'$$

Плавание FK:  $PШ = 30^\circ 06,7' \text{ к } S$

$$PШ = -30^\circ 06,7'$$

**Разность долгот (РД)** — меньшая из дуг экватора, заключенная между меридианами пунктов отхода и прихода (дуга  $KD$  на рис. 5), измеряется в пределах от  $0$  до  $180^\circ$  и имеет наименование к  $E$ , если восточная долгота увеличивается или западная долгота уменьшается, и к  $W$ , если западная долгота увеличивается или восточная долгота уменьшается. Если восточной долготы условно приписать знак плюс, а западной — минус, то РД и ее наименование определяются по формуле:

$$РД = \lambda_2 - \lambda_1. \quad (2)$$

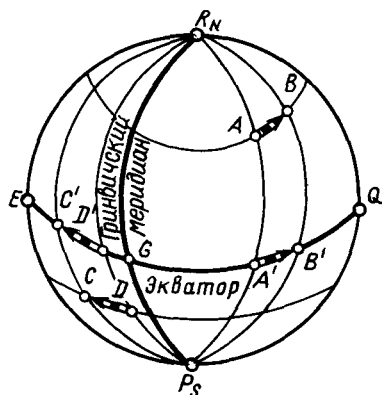


Рис. 7. Разность долгот (на плоскости меридиана)

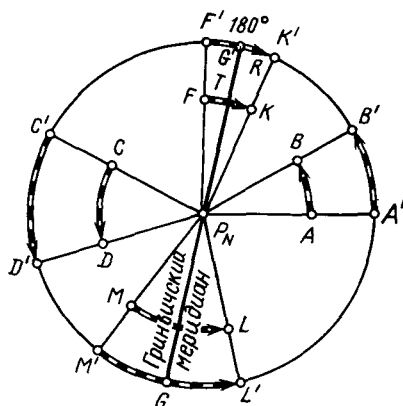


Рис. 8. Разность долгот (на плоскости экватора)

В примерах 4, 5, 6 и 7 для простоты рассуждений пункты отхода и прихода выбраны расположенными на одной географической параллели, т. е. имеющими одну и ту же широту. На рис. 7 и 8 стрелками показаны направления движения судов и сделанные ими разности долгот.

Разность долгот (как и сама долгота) не может быть больше  $180^\circ$ , так как представляет собой меньшую из дуг экватора. Однако при решении задач по формуле (2) величина РД (или долготы) может получиться более  $180^\circ$ . В этом случае полученный результат вычитают из  $360^\circ$  и изменяют наименование РД на обратное (см. пример 7).

#### Пример 4

Пункт отхода А:  $\lambda_1 = 18^\circ 14,7' \text{ E}$  по формуле (2)

$$- \lambda_2 = + 42^\circ 56,8'$$

Пункт прихода В:  $\lambda_2 = 42^\circ 46,8 \text{ E}$

$$\lambda_1 = + 18^\circ 14,7'$$

Плавание АВ: РД =  $A'B' = 24^\circ 42,1' \text{ к E}$

$$\text{РД} = + 24^\circ 42,1'$$

#### Пример 5

Пункт отхода С:  $\lambda_1 = 117^\circ 20,5' \text{ W}$  по формуле (2)

$$- \lambda_2 = - 93^\circ 17,4'$$

Пункт прихода D:  $\lambda_2 = 93^\circ 17,4 \text{ W}$

$$\lambda_1 = - 17^\circ 20,5'$$

Плавание CD: РД =  $C'D' = 24^\circ 03,1' \text{ к E}$

$$\text{РД} = + 24^\circ 03,1'$$

#### Пример 6

Пункт отхода М:  $\lambda_1 = 42^\circ 11,8' \text{ W}$  по формуле (2)

$$- \lambda_2 = + 23^\circ 16,7'$$

Пункт прихода L:  $\lambda_2 = 23^\circ 16,7 \text{ E}$

$$\lambda_1 = - 42^\circ 11,8'$$

Плавание ML: РД =  $M'L' = 65^\circ 28,5' \text{ к E}$

$$\text{РД} = + 65^\circ 28,5'$$

### Пример 7

|                                                                           |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Пункт отхода $F$ : $\lambda_1 = 173^\circ 46,2' \text{ W}$ по формуле (2) | $\lambda_2 = +167^\circ 03,1'$   |
| Пункт прихода $K$ : $\lambda_2 = 167^\circ 03,1' \text{ E}$               | $\lambda_1 = -173^\circ 46,2'$   |
| Плавание до $180^\circ$ $FT$ : $РД = F'R = 6^\circ 13,8' \text{ к W}$     | $РД = +340^\circ 49,3'$<br>т. е. |
| Плавание после $180^\circ$ $TK$ : $РД = RK' = 12^\circ 56,9' \text{ к W}$ | $РД = -19^\circ 10,7'$           |
| Плавание $FK$ : $РД = F'K' = 19^\circ 10,7' \text{ к W}$ .                |                                  |

Непосредственно из рис. 7 видно, что  $(AB)^\circ = (A'B')^\circ$ , но длины этих дуг не равны, т. е.  $\cup AB \neq \cup A'B'$ . Таким образом, длина окружности географической параллели в широте  $\varphi$  короче длины экватора, так как радиус  $r$  такой параллели меньше радиуса  $R$  экватора, связанных соотношением:

$$R = r \sec \varphi. \quad (3)$$

Поэтому  $\cup A'B' = \cup AB \sec \varphi$  или

$$РД = \text{ОТШ} \sec \varphi, \quad (4)$$

где ОТШ — *отстояние* — длина дуги параллели (но не экватора) в широте  $\varphi$ , заключенная между меридианами пунктов отхода и прихода.

### § 3. Меры длины и скорости на море. Определение пройденного расстояния

Длина дуги географической параллели изменяется с изменением широты наблюдателя и не может быть принята за меру длины. В то же время длина дуги в  $1'$  меридиана наблюдателя на поверхности земного шара является величиной постоянной во всех его точках. Поэтому за единицу измерения расстояний на море принимается длина дуги меридиана земного шара в  $1'$ . Такую единицу, равную 1852 м, называют *морской милей*. Кроме морской мили, а также метра и дециметра, для измерения расстояний на море приняты следующие единицы длины: *кабельтов* — 185,2 м (607 футов); *морская сажень* — 1,83 м (6 футов); *ярд* — 0,914 м (3 фута); *дюйм* — 0,0254 м (0,0833 фута).

При решении вопросов повышенной точности следует помнить, что Земля не шар, а сфероид. Длина дуги в  $1'$  эллиптического меридиана такого сфероида — величина переменная; на экваторе, например, она равна 1842,9 м, а на полюсе — 1861,6 м. Стандартная единица длины на море — морская миля — соответствует длине дуги в  $1'$  эллиптического меридиана на широте примерно  $44^\circ \text{ N}$  и, как было отмечено выше, равна 1852 м; ошибкой  $\pm 10$  м на практике пренебрегают.

Скорость морского судна измеряют *узлами*, т. е. числом морских миль, которое оно проходит за 1 ч. Так, например, скорость судна в 20 уз соответствует его скорости 20 миль/ч. При плавании по внутренним водным путям часто применяют метрические единицы

измерения расстояния и скорости Перевод морских миль в километры и обратно осуществляется по формулам:

$$\left. \begin{aligned} S_{\text{км}} &= 1,852 S_{\text{миль}}, \\ S_{\text{миль}} &= 0,54 S_{\text{км}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

По аналогичным формулам делают перевод узлов в километры в час, в метры в секунду и обратно:

$$\left. \begin{aligned} V_{\text{км/ч}} &= 1,852 V_{\text{уз}}, & V_{\text{уз}} &= 0,54 V_{\text{км/ч}}, \\ V_{\text{м/с}} &= 0,5145 V_{\text{уз}}, & V_{\text{уз}} &= 1,943 V_{\text{м/с}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В Мореходных таблицах (далее — МТ) помещают сравнительные таблицы длин и скоростей, облегчающие указанные переводы.

Скорость судна и пройденное расстояние определяют в море с помощью специальных приборов, называемых *лагами*, которые измеряют указанные параметры либо относительно неподвижного грунта (абсолютные лаги), либо относительно подвижной массы воды (относительные лаги). Из относительных лагов в настоящее время на судах морского флота применяются индукционные, гидродинамические и радиодоплеровские лаги.

Вне зависимости от вида и конструкции лага все они дают показания, отягощенные погрешностью, значительную долю которой составляет ее систематическая инструментальная часть. Величина такой погрешности, взятая с обратным знаком, называется *поправкой лага*. На практике под поправкой лага подразумевают относительную величину, выраженную в процентах следующим выражением:

$$\Delta\lambda = (S - \text{рол}) 100/\text{рол}, \quad (7)$$

где  $\Delta\lambda$  — поправка лага к пройденному расстоянию, %,

$S$  — истинное расстояние, пройденное судном,

$\text{рол} = \text{ол}_2 - \text{ол}_1$  — разность отсчетов по счетчику пройденного расстояния, со ответствующего действительно пройденному расстоянию  $S$

Из формулы (7) можно определить истинное расстояние

$$S = \text{рол} + \text{рол}\Delta\lambda/100 \quad (8)$$

Вместо поправки лага  $\Delta\lambda\%$  иногда употребляют *коэффициент лага*:

$$K_1 = S/\text{рол} = 1 + \Delta\lambda/100, \quad (9)$$

используя который получают

$$S = \text{рол} K_1 \quad (10)$$

**Пример 8.** Пользуясь лагом, поправка которого  $\Delta\lambda\% = +5,0\%$ , в  $21^\circ 30'$  отметили  $\text{ол}_1 = 37,5$ , а в  $23^\circ 20'$  —  $\text{ол}_2 = 64,8$ . Определить пройденное расстояние и коэффициент лага

*Решение*

$$S = \text{рол} + \frac{\text{рол}}{100} \Delta\lambda\% = (64,8 - 37,5) + \frac{(64,8 - 37,5)}{100} + 5,0 = 28,7 \text{ мили}$$

$$K_1 = \frac{S}{\text{рол}} = \frac{28,7}{(64,8 - 37,5)} = 1,05$$

Для контроля рассчитаем плавание  $S$  по данным настоящего примера и по рассчитанному  $K_{\lambda}$ , т.е.

$$S = K_{\lambda}(\text{ол}_2 - \text{ол}_1) = 1,05 (64,4 - 37,5) = 28,7 \text{ мили}$$

На практике подобная задача решается с помощью специальной таблицы, помещенной в МТ. Прямым входом в такие таблицы для определения пройденного расстояния при положительных поправках лага (для отрицательных поправок лага имеется подобная таблица) получаем

$$\begin{array}{r} \text{на рол} = 27,0 - S = 28,4 \\ + \text{на рол} = 00,3 - S = 0,3 \\ \hline \text{на рол} = 27,3 - S = 28,7 \text{ мили} \end{array}$$

**Пример 9** Расстояние, снятое с карты между двумя обсервованными (точно определенными) пунктами, равно 42,5 мили. Отсчеты лага в моменты первой и второй обсерваций соответственно  $\text{ол}_1 = 22,6$  и  $\text{ол}_2 = 66,3$ . Рассчитать соответствующие  $\Delta\lambda\%$  и  $K_{\lambda}$ .

*Решение*

$$\Delta\lambda\% = \frac{S - \text{рол}}{\text{рол}} 100 = \frac{42,5 (66,3 - 22,6)}{(66,3 - 22,6)} = -2,7\%,$$

$$K_{\lambda} = \frac{S}{\text{рол}} = \frac{42,5}{(66,3 - 22,6)} = 0,97$$

Поправку лага определяют на специально оборудованном водном полигоне, называемом *мерной линией*, которая представляет собой свободный от навигационных опасностей, защищенный от ветров и волнения водный полигон с достаточной глубиной, предназначенный для скоростных испытаний судов. Такой полигон обязательно оборудуют ведущим и рядом секущих створов (рис. 9), отбивающих на линии ведущего створа точно измеренные расстояния не менее 1 мили каждое. Для исключения возможного (иногда случайного) течения поправку лага определяют дважды — на взаимно противоположных пробегах по линии ведущего створа, тогда среднее арифметическое из двух таких значений поправки лага будет свободно от влияния течения.

Замечено, что поправка лага на одном и том же судне имеет отличные значения при различных скоростях судна. Поэтому на мерной линии определяют поправку минимум для трех скоростей

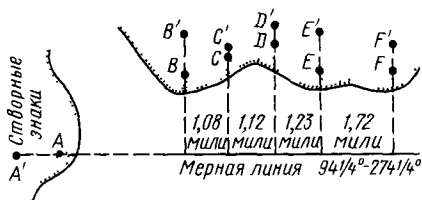


Рис 9 Мерная линия

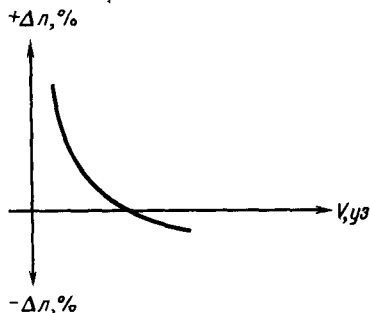


Рис 10 Зависимость поправки лага от скорости

хода — полного, среднего и малого, строят по таким результатам кривую в прямоугольных координатах (рис. 10), с которой в готовом виде получают значение поправки лага для любой скорости судна (интерполированием).

#### § 4. Системы деления горизонта.

##### Истинные курсы и пеленги. Указатели направлений

Линии NS и WE занимают вполне определенное положение в любой точке земной поверхности (кроме полюсов). Направления N, E, S и W называют главными направлениями, или *главными румбами*. Главные румбы делят истинный горизонт на четыре четверти: NE — северо-восточная; NW — северо-западная; SE — юго-восточная; SW — юго-западная.

В эпоху парусного флота каждая четверть горизонта разбивалась на восемь основных направлений — румбов, а весь горизонт наблюдателя, таким образом, — на 32 румба (рис. 11). Эта система сохранилась и до сих пор под названием *румбовой*. С развитием точности судовождения каждая четверть горизонта была разбита на 90 направлений, а весь горизонт — на 360 направлений, получивших название *градусы*; градусом же называют и угол, стягивающий дугу, равную  $1/360$  доли полной окружности.

Вначале главные румбы N и S были отмечены как 0, а румбы W и E — как  $90^\circ$ . Наименование же четвертей и принцип счета направлений оставались прежними: от точек N и S, как от начала отсчета (0) в стороны W и E до  $90^\circ$  (см. среднюю шкалу на рис. 11). Таким образом, заданное направление указывалось наименованием четверти и числом градусов (позднее и их долей), например, NE  $35^\circ$ , NW  $74^\circ$ , SE  $55^\circ$ , SW  $47,5^\circ$  и т. д. Эта система разбивки называется *четвертной*. Определенное применение в судовождении имеет полу-

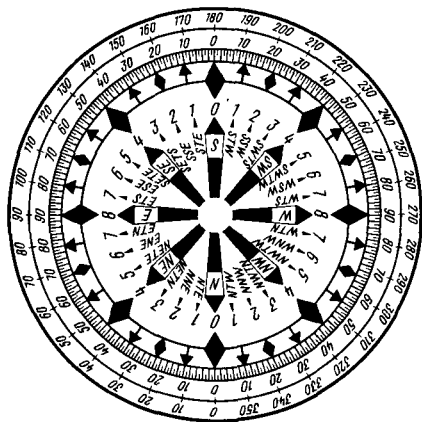


Рис. 11. Системы деления истинного горизонта наблюдателя

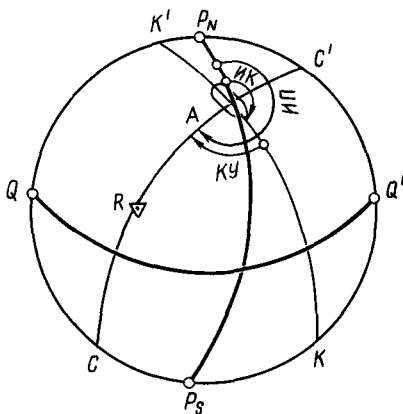


Рис. 12. Истинный курс. Истинный пеленг. Курсовой угол



| Система разбивки |            |              |               |
|------------------|------------|--------------|---------------|
| круговая         | четвертная | полукруговая |               |
| 35°              | NE 35°     | N 35° E      | или S 145° E  |
| 286              | NW 74      | N 74 W       | или S 106 W   |
| 125              | SE 55      | S 55 E       | или N 125 E   |
| 227,5            | SW 47,5    | S 47,5 W     | или N 132,5 W |

круговая система деления горизонта: в ней счет направлений осуществляется от главных румбов N и S как от начала отсчета (0), в сторону востока и запада до 180° (на рис. 11 не показана).

Картушки современных компасов разделены на 360° по круговой системе счета без различия четвертей. В этой системе (внешняя шкала на рис. 11) главные румбы отмечаются так: N — 0 (или 360°), E — 90°, S — 180°, W — 270°.

Так как 360° эквивалентны 32 румбам, под термином «румб» подразумевают угол, равный  $11 \frac{1^\circ}{4} = \frac{360^\circ}{32}$ .

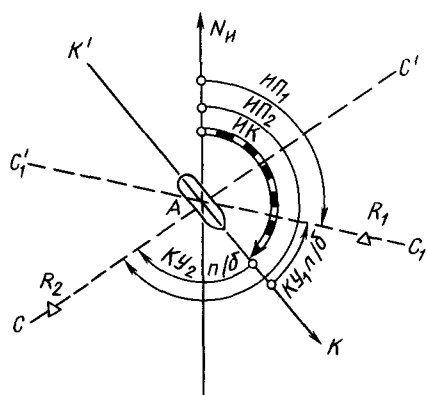
Круговая система счета проще и нагляднее. Однако решение многих задач по судовождению вынуждает судоводителей пользоваться другими системами счета направлений и осуществлять перевод направлений, данных в одной системе счета, в направления по другой системе. В качестве иллюстрации сказанного приведены образцы перевода направлений (табл. 1).

Вертикальная плоскость, проходящая через диаметральную плоскость (ДП) судна, пересекает земную поверхность по дуге большого круга  $KK'$  (рис. 12). Сферический угол  $P_NAK$ , измеряемый двугранным углом между плоскостью истинного меридиана  $P_NP_S$  и ДП плоскостью  $KK'$ , называют *истинным курсом (ИК)*.

Вертикальная плоскость, проходящая через наблюдаемый предмет  $R$  и место наблюдателя  $A$ , в пересечении с поверхностью Земли также образует дугу большого круга  $CC'$ . Сферический угол  $P_NAR$ , измеряемый двугранным углом между плоскостью истинного меридиана  $P_NP_S$  и вертикальной плоскостью  $CC'$ , проходящей через место наблюдателя  $A$  и предмет  $R$ , называют *истинным пеленгом ИП* данного предмета  $R$ .

На плоскости истинного горизонта (рис. 13) истинный курс и истинный пеленг будут плоскими углами:  $ИК = N_nAK$  и  $ИП = N_nAR$ .

Истинный курс и истинный пеленг отсчитывают от нордовой части истинного меридиана по направлению часовой стрелки от 0 до 360°. На рис. 13 видно, что  $ИП = ИК + КУ$ , где  $КУ$  — *курсовой угол* между ДП судна и направлением на предмет. Счет курсовых углов производится от носовой части ДП судна по часовой стрелке от 0 до 360°. Однако чаще применяют *полукруговой* счет курсовых углов от 0 до 180° от носовой части ДП судна в сторону борта, по которому расположен предмет.



При этом:

$$\left. \begin{aligned} \text{ИП} &= \text{ИК} + \text{КУ л/б (правого борта)}; \\ \text{ИП} &= \text{ИК} - \text{КУ л/б (левого борта)}. \end{aligned} \right\} (11)$$

Направления по курсовым углам  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $135^\circ$  носят соответственно названия «на кромболе», «на траверзе» и «на раковине» того или иного борта.

Направление, отличающееся от ИП на  $180^\circ$ , называется *обратным истинным пеленгом (ОИП)*:

$$\text{ОИП} = \text{ИП} \pm 180^\circ. \quad (12)$$

Рис. 13. Истинные румбы

**Пример 10.**  $\text{ИК} = 150^\circ$ ,  $\text{КУ} = 35^\circ$  л/б. Найти ИП и ОИП.

**Решение.**  $\text{ИП} = \text{ИК} - \text{КУ л/б} = 150^\circ - 35^\circ = 115^\circ$ ,  
 $\text{ОИП} = \text{ИП} + 180^\circ = 115^\circ + 180^\circ = 295^\circ$ .

**Пример 11.**  $\text{ИП} = 220^\circ$ ,  $\text{КУ} = 60^\circ$  л/б. Найти ИК.

**Решение.**  $\text{ИК} = \text{ИП} + \text{КУ л/б} = 200^\circ + 60^\circ = 260^\circ$

**Пример 12.**  $\text{ИК} = 241^\circ$ ,  $\text{ИП} = 357^\circ$ . Найти КУ.

**Решение.**  $\text{КУ} = \text{ИП} - \text{ИК} = 375^\circ - 241^\circ = 116^\circ$  п/б.

В открытом море наблюдатель видит вокруг себя линию видимого горизонта, где не может особо отметить какую-либо определенную точку, в направлении к которой надо двигаться. Действительно, для того чтобы двигаться в некотором определенном направлении, необходимо знать или условиться, относительно чего такое направление определено.

Если от видимого горизонта наблюдателя перейти к его воображаемому истинному горизонту, то на таковом можно отметить одно замечательное направление — направление полуденной линии (см. рис. 4), указывающей на Северный и Южный географические полюсы в плоскости истинного горизонта. Такая линия начала отсчета направлений удобна, но для ее фиксирования в плоскости истинного горизонта наблюдателя необходимо иметь какой-либо указатель, индикатор такого направления. Таким особым указателем направления линии NS в плоскости истинного горизонта наблюдателя является один из наиболее важных морских приборов — компас. Зная направления, например на точку севера N, нетрудно затем, используя одну из систем деления истинного горизонта, определить любое направление в плоскости того же истинного горизонта наблюдателя, разумеется, относительно главного направления на точку севера N.

Итак, прибором, позволяющим определять на судне направления на различные земные и небесные объекты (их пеленги), является компас; он же позволяет определить направление движения самого судна (его истинный курс). По принципу работы и устройства все ныне использующиеся на морском флоте компасы подразделяют на гироскопические и магнитные.

## § 5. Гироскопические компасы. Гироскопические курсы и пеленги

В соответствии с Международной Конвенцией по охране человеческой жизни на море все морские суда валовой вместимостью 500 рег. т и более должны быть оборудованы гирокомпасом, определяющим направление ДП судна по отношению к географическому (истинному) меридиану.

Принцип действия гирокомпаса основан на свойствах гироскопа (рис. 14) сохранять направление в пространстве при отсутствии внешних сил и изменять это направление (прецессировать) под воздействием внешних сил. На самом деле, если имеется свободный гироскоп с тремя степенями свободы, ротор которого приведен в быстрое вращение, тогда при нажатии на одно из колец подвеса гироскопа с попыткой развернуть его, например, вокруг оси  $OY$  (рис. 15) главная ось гироскопа  $OX$  начнет разворачиваться вокруг оси  $OZ$  (вправо или влево в зависимости от направления вращения ротора). Если же нажать на вертикальное кольцо, пытаясь развернуть гироскоп вокруг оси  $OZ$ , тогда главная ось гироскопа  $OX$  начнет разворачиваться вокруг оси  $OY$ . Такое явление носит название *прецессии*.

Свободный гироскоп не может быть использован в качестве курсоуказателя, так как главная его ось, сохраняя неизменным свое направление в пространстве, совершает колебания относительно плоскости меридиана, которая, будучи связанной с вращающейся Землей, постоянно меняет свою ориентацию в пространстве. Для превращения свободного гироскопа в гирокомпас необходимо создать особое усилие, которое постоянно приводило бы главную ось гироскопа в истинный меридиан и удерживало бы ее в этом положении. По способу превращения гироскопа в гирокомпас различают маятни-

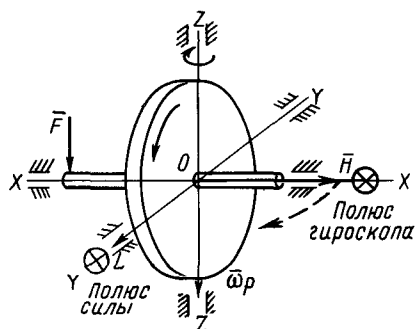
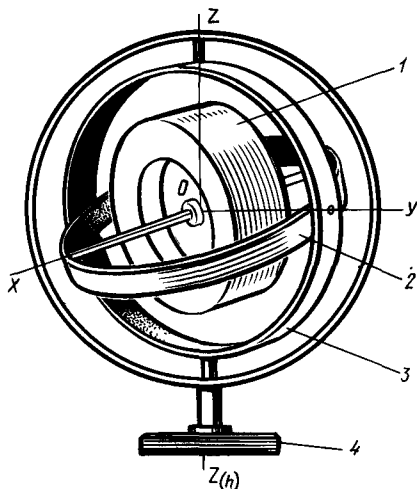


Рис. 15. Действие внешней силы на вращающийся гироскоп

Рис. 14 Гироскоп в кардановом подвесе:

1 — ротор, 2 — внутреннее кольцо, 3 — вертикальное кольцо, 4 — основание

ковые гироскопы и гироскопы с косвенной коррекцией или управляемые.

Для пояснения принципа работы маятникового гироскопа представим, что к камере ротора (рис. 16) жестко прикреплен груз  $M$  (маятник). Если теперь представить, что гироскоп с маятником (рис. 17) установлен на экваторе и в начальный момент (положение  $I$ ) главная ось гироскопа  $XX$  горизонтальна и расположена в направлении  $EW$ , тогда маятник не создает момента относительно оси  $YY$  (перпендикулярной плоскости рисунка) вследствие горизонтальности главной оси  $XX$ . Через некоторый промежуток времени Земля за счет суточного вращения повернется на некоторый угол  $\theta$  и гироскоп переместится в положение  $II$ . При этом гироскоп в силу своего основного свойства будет сохранять направление в пространстве своей главной оси  $XX$ , которая получит определенный наклон относительно плоскости истинного горизонта  $EW$ . Такой наклон сразу же вызовет появление момента силы тяжести маятника  $M$  вокруг оси  $YY$  (перпендикулярной плоскости рисунка). Порожденный маятниковый момент вызовет соответствующее прецессионное движение главной оси  $XX$  гироскопа вокруг оси  $ZZ$ : согласно «правилу полюсов» полюс гироскопа пойдет к северной части меридиана и будет описывать эллипс незатухающих колебаний вокруг точки  $N$  (рис. 18). Таким образом, гироскоп, центр тяжести  $G$  которого понижен относительно точки подвеса  $O$  (см. рис. 16), принципиально превращается в гироскопический компас. Однако такой прибор еще нельзя использовать в качестве курсоуказателя на судне: колебательные движения оси около направления на  $N$  (см. рис. 18) должны быть также погашены. Для этой цели у гироскопа с маятником применяется жидкостный успокоитель в виде пары сообщающихся сосудов с вазелиновым маслом, укрепленных в верхней части гироскамеры. Под влиянием избыточного момента, получаемого вводом избытка масла в один из сосудов, возникает добавочное прецессионное движение главной оси, всегда направленное к меридиану. Представителем гироскопа с маятниковым эффектом является широко распространенный на морском флоте гироскоп типа «Курс».

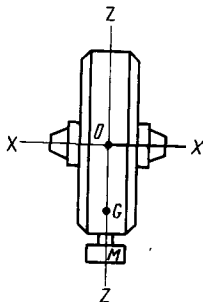


Рис. 16. Превращение гироскопа в гироскопический компас

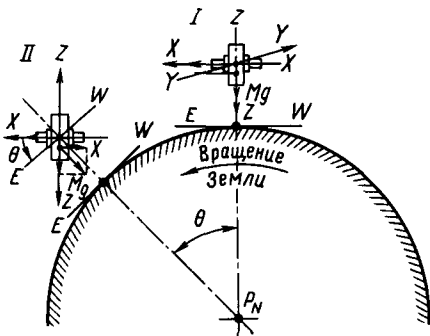
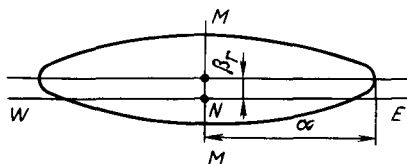


Рис. 17. Принцип действия маятникового гироскопа

Рис. 18. Незатухающие колебания главной оси гироскопа



Особенностью *управляемых* гироскопов является возможность их использования в режиме гироскопа направления, т. е. в режиме корректируемого гироскопа направления: это качество особенно ценно при частом маневрировании в течение не слишком продолжительных промежутков времени.

Принципиальной частью всякого гироскопа является его чувствительный элемент. По конструкции чувствительного элемента гироскопы бывают двухгироскопные и одногироскопные. На судах транспортного и промыслового флота наибольшее применение получили двухгироскопные гироскопы типа «Курс» (рис. 19). Последние годы на судах стали устанавливать также однороторные (двухрежимные) гироскопы с электромагнитным управлением типа «Вега» (рис. 20).

Включенный в соответствии с инструкцией гироскоп приходит в меридиан обычно в пределах 6 ч. Однако большинство приборов имеет специальное приспособление для ускоренного приведения его в меридиан, когда указанное время сокращается практически втрое. Считается, что гироскоп пришел в меридиан, если разность между значениями любых двух отсчетов, взятых через 30 мин, не превышает  $\pm 0,7^\circ$ . Максимальное расхождение в отсчетах между основным прибором и репитерами гироскопа в рабочем состоянии не должно превышать  $\pm 0,5^\circ$ .

При работе с гироскопом неизбежны погрешности в определении курса, которые делят на методические и инструментальные. Основными методическими погрешностями являются скоростная и инерционная. *Скоростной* погрешностью гироскопа является постоянное в данной широте азимутальное отклонение оси гироскопа от истинного меридиана, происходящее вследствие движения судна определенным курсом с неизменной скоростью. В большинстве конструкций гироскопов такая погрешность исключается автоматическими и полуавтоматическими корректорами. При ускорении движения судна возникают возмущающие моменты сил инерции, вследствие чего ось гироскопа выходит из своего положения равновесия и совершает прецессионное движение со скоростью, зависящей от величины момента силы инерции. После окончания маневра ось гироскопа совершает затухающие колебания и с течением времени устанавливается в новом положении равновесия. Образующаяся таким образом в результате маневра переменная погрешность называется *инерционной* погрешностью гироскопа. Такая погрешность достигает своей наибольшей величины примерно через 20—25 мин после окончания маневра. Поэтому показания гироскопа следует считать неуверенными в течение 40—50 мин после окончания маневра. В особо сложных условиях (высокие широты, большие ско-

рости и др.) инерционная погрешность может сохраняться в течение 1,5 ч после маневрирования. В средних широтах и при «традиционных» скоростях судов транспортного флота такая погрешность обычно не превышает  $2-3^{\circ}$ . *Инструментальные* погрешности вызываются главным образом изменением режима работы гиromоторов вследствие колебаний частоты и напряжения питания, изменением напряженности судового магнитного поля в месте установки главного прибора гироскопа и др. Совокупность перечисленных выше погрешностей образует *суммарную* погрешность гироскопа. Общая

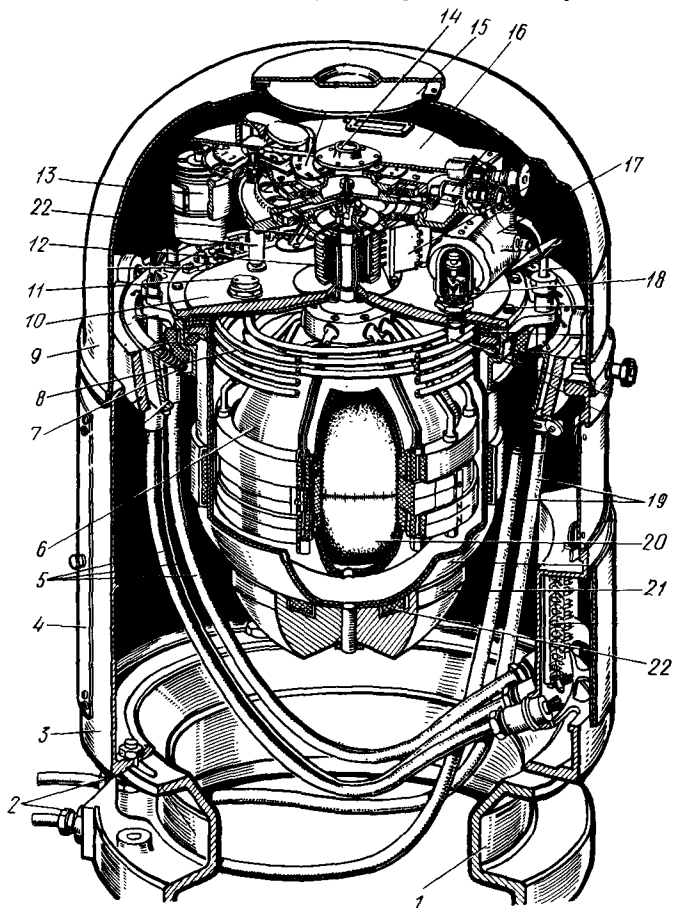


Рис. 19. Основной прибор гироскопа «Курс»:

1 — основание нактоуза; 2 — штуцера для крепления трубопровода охлаждающей воды; 3 — цилиндрическая часть нактоуза; 4 — съемная крышка; 5 — гибкие кабели питания; 6 — следящая сфера; 7 — пружинный подвес; 8 — змеевик охлаждения; 9 — колпак нактоуза; 10 — стол гироскопа; 11 — отверстие с винтовой пробкой для залива и замера поддерживаемой жидкости; 12 — коллектор с шестью кольцами; 13 — азимутальный двигатель; 14 — уровень; 15 — верхнее застекленное окно колпака; 16 — корректор; 17 — двигатель дистанционной установки корректора; 18 — сигнальное термореле; 19 — резиновые шланги системы охлаждения; 20 — гиросфера, 21 — балластный груз; 22 — обмотка системы сигнализации положения гиросферы по высоте

поправка гирокомпаса определяется одним из принятых в навигации методов, а также с помощью радиотехнических средств. Величина и характер изменения общей поправки являются критерием точности его показаний.

Направления в море возможно определять не только относительно истинного меридиана, но также и относительно так называемого гироскопического меридиана, под которым понимают след от сечения поверхности Земли вертикальной плоскостью, проходящей через главную ось гирокомпаса.

Изобразим на плоскости истинного горизонта наблюдателя (рис. 21) два меридиана — истинный  $ON_{и}$  и гироскопический  $ON_{гк}$ , направление ДП судна  $OK$  и направление  $OM$  с судна на некоторый ориентир  $M$ . Тогда на этом же рисунке угол  $N_{и}OK$  — истинный курс судна, а угол  $N_{и}OM$  — истинный пеленг ориентира  $M$ . По аналогии считают, что угол  $N_{гк}OK$  — *компасный курс по гирокомпасу*, или *гироскопический курс (ГКК)*, а угол  $N_{гк}OM$  — *гироскопический пеленг* ориентира  $M$ . Таким образом, *гироскопическим курсом* (компасным курсом по гироскопическому компасу) судна называют угол при центре гироскопического компаса, отсчитываемый от

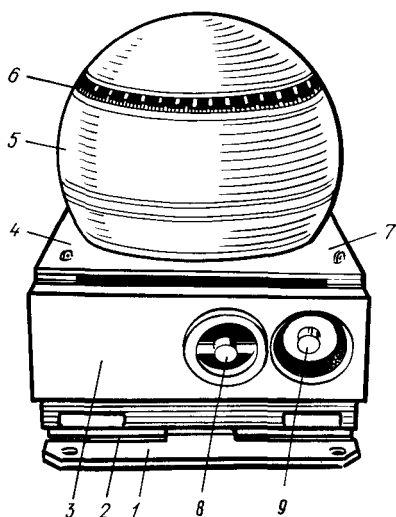


Рис. 20. Внешний вид гироазимуткомпаса «Вега»:

1 — основание; 2 — шкала контроля положения корпуса основного прибора; 3 — панель управления; 4 — корпус основного прибора с чувствительным элементом; 5 — коллак из оргстекла; 6 — шкала курса; 7 — световое табло; 8 — переключатель пуска прибора, 9 — резистор ускоренного приведения в меридиан

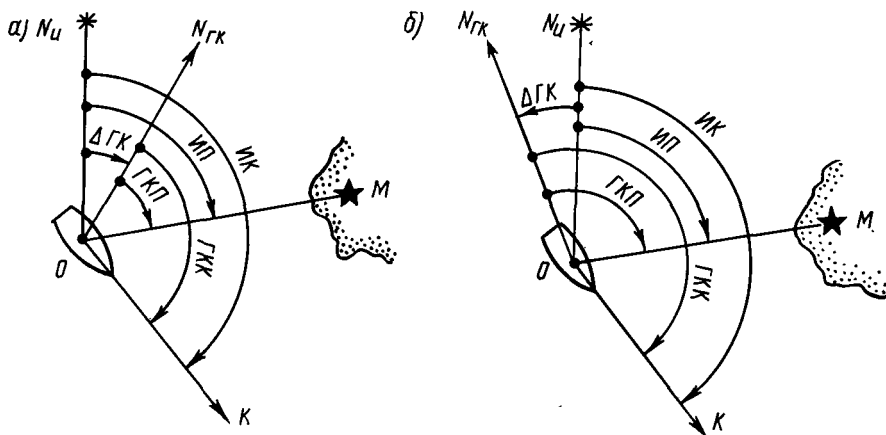


Рис. 21. Гироскопические румбы

северной части гирокомпасного меридиана до направления носовой части ДП судна по часовой стрелке от 0 до 360°. Точно так же *гирокомпасным пеленгом* (ГКП) ориентира называют угол при центре гирокомпаса, отсчитываемый от северной части гирокопического меридиана до направления на ориентир по часовой стрелке от 0 до 360°.

Такие *гироскопические* курсы и пеленги связаны с истинными следующими алгебраическими формулами:

$$\begin{aligned} \text{ИК} &= \text{ГКК} + \Delta\text{ГК}; & \text{ГКК} &= \text{ИК} - \Delta\text{ГК}; & | \\ \text{ИП} &= \text{ГКП} + \Delta\text{ГК}; & \text{ГКП} &= \text{ИП} - \Delta\text{ГК}, & | \end{aligned} \quad (13)$$

где  $\Delta\text{ГК}$  — поправка гирокомпаса, представляющая собой угол  $N_{\text{и}}ON_{\text{гк}}$  между плоскостями истинного и гирокомпасного меридианов. Такая поправка имеет знак плюс, когда  $N_{\text{гк}}$  отклонен от  $N_{\text{и}}$  к востоку (рис. 21, а), и знак минус, когда  $N_{\text{гк}}$  отклонен от  $N_{\text{и}}$  к западу (рис. 21, б).

## § 6. Магнитный компас.

### Магнитные и компасные курсы и пеленги

На большинстве транспортных судов используется морской магнитный компас марки УКП-М, в комплект которого входят котелок с картушкой, пеленгатор и нактоуз.

*Котелок* (рис. 22) представляет собой латунный резервуар, разделенный на две сообщающиеся между собой камеры. В верхней камере находится картушка компаса. Опорой для картушки служит латунная шпилька, верхний конец которой имеет форму керна, изготовленного из твердого сплава; шпилька ввинчивается в держашую

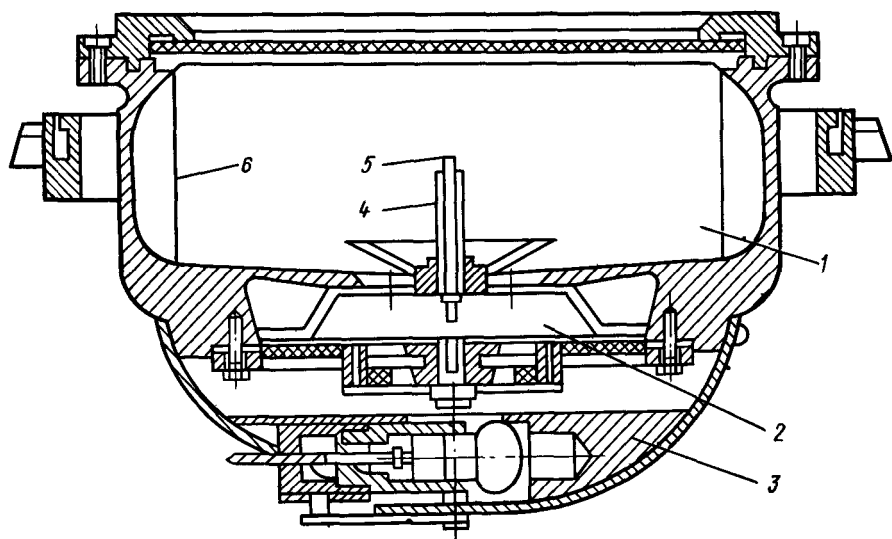


Рис. 22. Котелок компаса:

1 — основная камера; 2 — нижняя камера; 3 — свинцовый груз; 4 — колонка; 5 — компасная шпилька; 6 — курсовые нити



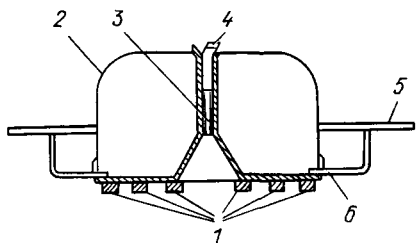


Рис. 23. Картушка с поплавком:  
1 — система магнитных стрелок; 2 — поплавок; 3 — топка; 4 — винт для крепления;  
5 — диск; 6 — кронштейны

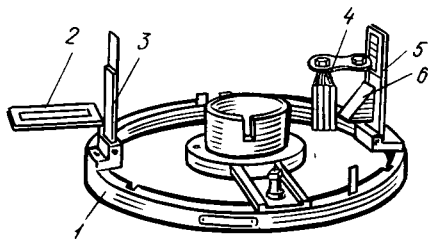


Рис. 24. Пеленгатор:  
1 — основание; 2 — откидное зеркало; 3 — предметная мишень; 4 — набор свето-фильтров; 5 — глазная мишень, призма

колонку, укрепленную на дне основной камеры. Нижняя камера является дополнительной; она предназначена для компенсации температурного изменения объема компасной жидкости. Котелок устанавливается в кардановом подвесе, позволяющем картушке компаса сохранять горизонтальное положение во время качки судна.

*Картушка* (рис. 23) является чувствительным элементом магнитного компаса. Она состоит из системы магнитных стрелок, прикрепленных к поплавку, и шести кронштейнов, на которых располагается слюдяной диск с наклеенным на него бумажным диском с делениями через  $1^\circ$ . В центральной части поплавка имеется сквозной вертикальный канал, переходящий в конусообразное расширение. В канальное отверстие закладывается сверху агатовая топка, которой картушка опирается на компасную шпильку.

*Пеленгатор* (рис. 24) служит для пеленгования видимых ориентиров с целью определения места судна и решения других навигационных задач.

*Нактоуз* (рис. 25) предназначен для установки в нем котелка с пеленгатором, а также для расположения девиационного прибора, магнитов и «мягкого» железа. Нактоузы судовых компасов изготавливаются из специальных немагнитных сплавов. В верхнее основание нактоуза помещается котелок компаса с кардановым подвесом. В корпусе нактоуза находится полая латунная труба с двумя движущимися по ней каретками с магнитами-уничтожителями; внутри трубы располагается магнит на тросике для уничтожения креновой девиации. Сверху нактоуз закрывается защитным колпаком.

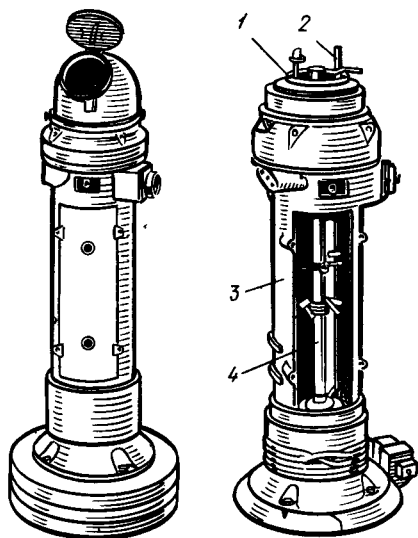


Рис. 25. Магнитный компас:  
1 — котелок; 2 — пеленгатор; 3 — нактоуз,  
4 — девиационный прибор

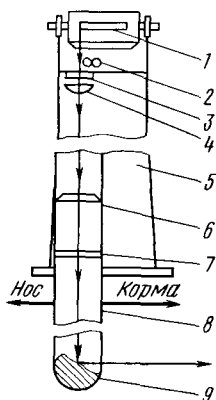


Рис 26 Магнитный компас КМО-Т  
1 — картушка, 2 — осветительная лампа  
3 — защитное стекло, 4 — верхняя линза  
5 — нактоуз, 6 — нижняя линза, 7 — обогривательное стекло 8 — труба оптической системы, 9 — зеркало

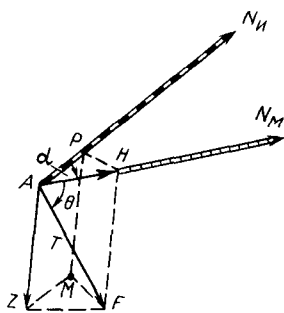


Рис 27 Земной магнетизм

В настоящее время начато серийное производство магнитных компасов марки КМО-Т с оптическим устройством, проектирующим изображение шкалы картушки на зеркальный отражатель, находящийся перед рулевым (рис. 26).

С 1988 г. на судах Минморфлота будут устанавливаться только магнитные компасы марки КМ 145-С четырех модификаций. В трех из них (КМ 145-С1, КМ 145-С2 и КМ 145-С3) передача показаний рулевому выполнена на базе геометрической оптики (зеркал) подобно компасу КМО-Т. В модификации КМ 145-С4 для дистанционной передачи показаний используется стекловолокно. Последние две модификации имеют дополнительную электрическую передачу показаний.

Магнитный компас автономен и практически безотказен в работе. Однако и он имеет ряд недостатков: его показания необходимо всегда исправлять склонением и девиацией, величины и знаки которых меняются в зависимости от курса судна и его географического положения.

#### Элементы земного магнетизма.

Пространство, в котором действуют магнитные силы Земли, называют магнитным полем Земли. Принято считать, что магнитные силовые линии земного поля выходят из южного магнитного полюса и сходятся в северном, образуя замкнутые кривые. Положение магнитных полюсов не остается неизменным: координаты их медленно меняются, а сами магнитные полюсы перемещаются вокруг географических по сложным кривым. Магнитная ось Земли — прямая, соединяющая магнитные полюсы, проходит вне центра Земли и составляет с осью ее вращения угол примерно  $11,5^\circ$ . Сила магнитного поля Земли характеризуется вектором напряженности  $T$ , который в любой точке земного магнитного поля направлен по касательным к силовым линиям. На рис. 27 сила земного магнетизма в точке  $A$  изображена по величине и направлению вектора  $AF=1$ . Вертикальную плоскость  $N_AZMF$ , в которой располагается вектор  $AF$ , а следовательно, и ось свободно подвешенной магнитной стрелки, называют плоскостью магнитного меридиана. Эта плоскость составляет с плоскостью истинного меридиана  $N_AZM$  угол  $PАН$ , который называется *магнитным склонением* и обо-

значается буквой  $d$ . Магнитное склонение  $d$  отсчитывается от северной части истинного меридиана к востоку и западу от 0 до 180°; восточному магнитному склонению приписывают знак плюс, а западному — знак минус. Угол  $N_{\text{и}}AF$ , образуемый вектором  $AF$  с плоскостью истинного горизонта  $N_{\text{и}}AH$ , называют *магнитным наклоном* и обозначают буквой  $\theta$ . Магнитное наклонение отсчитывается от плоскости истинного горизонта вниз от 0 до 90°; его считают положительным, если опущен северный конец магнитной стрелки, и отрицательным — если опущен южный ее конец.

Точки на земной поверхности, в которых вектор  $T$  направлен горизонтально, образуют замкнутую линию, дважды пересекающую географический экватор и называемую магнитным экватором. Полную силу земного магнетизма — вектор  $T$  — можно разложить на горизонтальную  $H$  и вертикальную  $Z$  составляющие в плоскости магнитного меридиана. Тогда из рис. 27 получаем:

$$H = T \cos \theta, \quad Z = T \sin \theta, \quad Z = H \operatorname{tg} \theta \quad (14)$$

Величины  $d$ ,  $H$ ,  $Z$  и  $\theta$ , определяющие магнитное поле Земли в данной точке, называют *элементами земного магнетизма*. Их распределение по поверхности земного шара принято изображать на специальных картах в виде кривых линий, соединяющих точки с одинаковым значением того или иного элемента. Так, кривые равного магнитного склонения — *изогоны* — наносят на карты изогон (рис. 28); кривые равного магнитного напряжения — *изодины*, или *изодинамы*, и кривые равного магнитного наклонения — *изоклины* наносят соответственно на карты изодин и изоклин.

Магнитное склонение — наиболее важный элемент для судовождения, поэтому его, помимо специальных магнитных карт, указывают на навигационных морских картах, на которых записывают, например, так: «Скл. 16,5° W».

Все элементы земного магнетизма в любой точке земной поверхности подвержены изменениям, носящим название *вариаций*. Такие вариации делятся на периодические и непериодические, или возмущения. К первым относятся вековые, годовые (сезонные) и суточные изменения. Из них суточные и годовые вариации невелики и для судовождения во внимание не принимаются. Вековые же вариации представляют собой сложное явление с периодом, равным нескольким столетиям. Величина векового изменения склонения колеблется в различных точках земной поверхности в пределах от 0 до 0,2—0,3° в год. Поэтому на МК магнитное склонение приводится к определенному году с указанием величины годового увеличения или уменьшения. Чтобы привести склонение к году плавания, надо рассчитывать его изменение за истекшее время и на полученную поправку увеличить либо уменьшить ту величину склонения, которая указана на карте в районе плавания.

**Пример 13.** Плавание происходит в 1988 г. Склонение компаса, снятое с карты,  $d = 11,5^\circ \text{ E}$ , приведено к 1982 г. Годовое увеличение склонения  $5'$ . Привести склонение к 1988 г.

**Решение.** Промежуток времени с 1982 г. равен 6 годам, изменение  $\Delta d = 6 \times 5' = 30' = 0,5^\circ$ . Склонение компаса в 1988 г.  $d = 11,5^\circ + 0,5^\circ = 12,0^\circ \text{ E}$

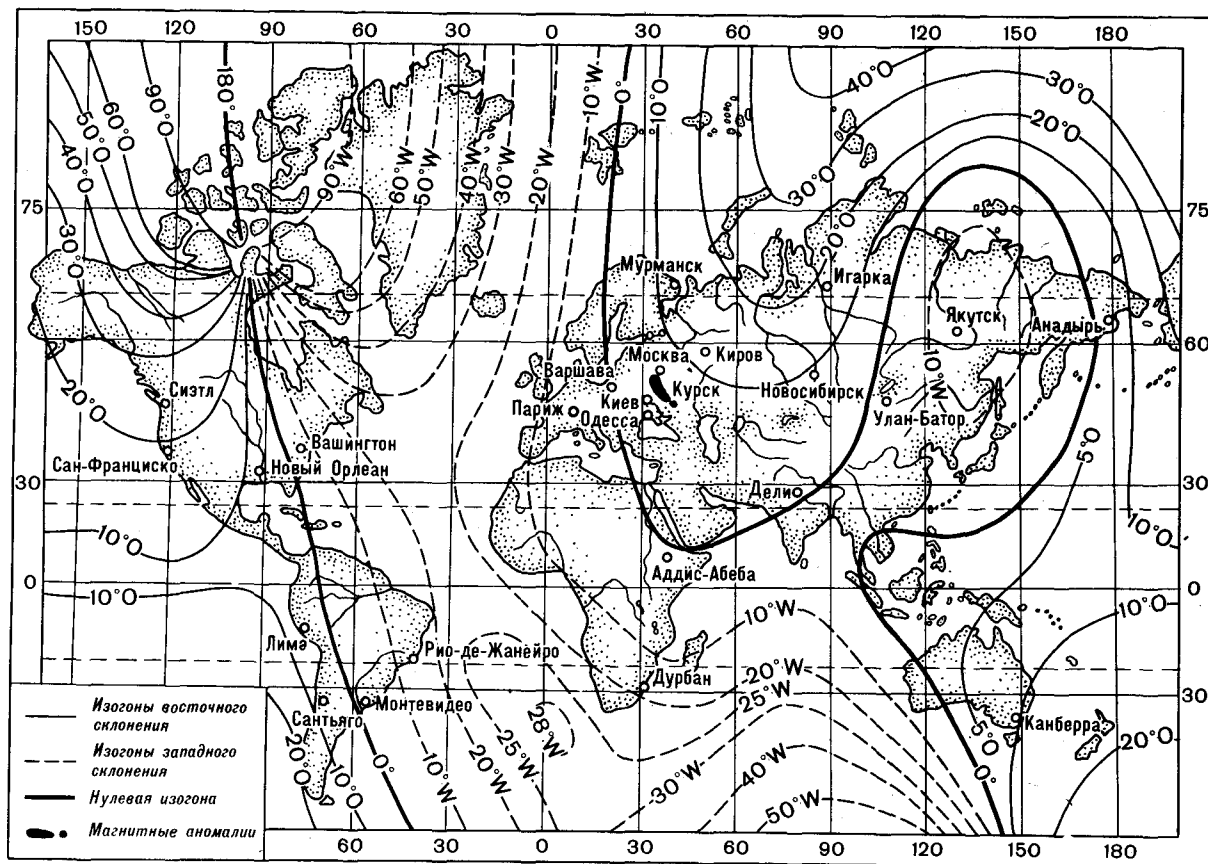


Рис. 28. Карта изогон

Внезапные кратковременные изменения элементов земного магнетизма (возмущения) называют магнитными бурями, возникновение которых обусловлено северными сияниями и количеством пятен на Солнце. При этом наблюдаются изменения склонения в умеренных широтах до  $7^\circ$ , а в полярных областях до  $50^\circ$ .

В некоторых районах земной поверхности склонение резко отличается по величине и знаку от его значений в прилегающих точках. Это явление носит название магнитной аномалии. На МК указывают границы районов магнитной аномалии. При плавании в таких районах необходимо внимательно следить за работой магнитного компаса, так как точность его работы нарушается.

**Магнитные курсы и пеленги.** Направления в море возможно определять не только относительно истинного меридиана, но также и относительно магнитного.

Изобразим на плоскости истинного горизонта наблюдателя два меридиана (рис. 29): истинный  $N_n$  и магнитный  $N_m$ , направление ДП, ОК и направление с судна на береговой ориентир  $OM$ . Тогда на этом рисунке  $N_nOK$  — истинный курс судна, а угол  $N_nOM$  — истинный пеленг. По аналогии считают, что угол  $N_mOK$  — магнитный курс (МК), а угол  $N_mOM$  — магнитный пеленг предмета  $M$ . Таким образом, *магнитным курсом* судна называют угол при центре компаса, отсчитываемый от северной части магнитного меридиана до направления носовой части ДП судна по часовой стрелке от 0 до  $360^\circ$ . Точно так же *магнитным пеленгом* предмета называют угол при центре компаса, отсчитываемый от северной части магнитного меридиана до направления на предмет по часовой стрелке от 0 до  $360^\circ$ .

Истинные курсы и пеленги связаны с магнитными следующими алгебраическими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \text{ИК} &= \text{МК} + d; & \text{МК} &= \text{ИК} - d; & d &= \text{ИК} - \text{МК}; \\ \text{ИП} &= \text{МП} + d; & \text{МП} &= \text{ИП} - d; & d &= \text{ИП} - \text{МП}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

**Пример 14.** ИК =  $355^\circ$ ,  $d = 12,5^\circ$  W. Рассчитать МК.

*Решение.* — ИК =  $355^\circ$   
                   —  $d = 12,5^\circ$

---


$$\text{МК} = 367,6^\circ = 7,5^\circ$$

**Пример 15.** МП =  $123^\circ$ ,  $d = 7,5^\circ$  E. Рассчитать ИП.

*Решение.* + МП =  $123^\circ$   
                   +  $d = 7,5^\circ$

---


$$\text{ИП} = 130,5^\circ$$

**Судовой магнетизм.** Стальной набор корпуса судна, обшивка приобретают магнитные свойства с момента постройки. В магнитном поле Земли все продольные, поперечные и вертикальные связи судна намагничиваются неодинаково. Кроме этого, судовое железо в магнитном отношении принято делить на «твердое» и «мягкое». Первое обладает свойствами постоянных магнитов. Постоянный магнетизм, приобретенный судном во время постройки, сохраняется годами. Мягкое в магнитном отношении судовое железо не «задерживает» магнитное состояние надолго; оно обладает индуктивным магнетизмом, зависящим от положения корпуса судна относительно магнит-

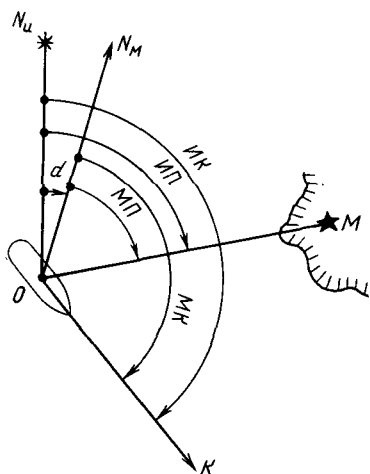


Рис. 29. Магнитные румбы

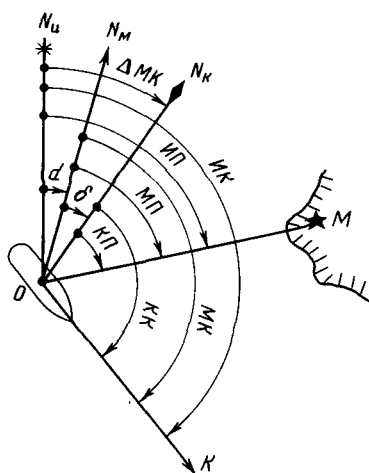


Рис. 30. Компасные румбы

ного меридиана. Таким образом, на магнитную стрелку компаса, установленного на судне, оказывают влияние магнитные силы твердого и мягкого в магнитном отношении железа, причем действие их различно. Кроме того, в результате действия магнитных сил, возникающих от магнитного поля, создаваемого различными работающими судовыми агрегатами, контурами с током, стрелка компаса отклоняется от магнитного меридиана.

Вертикальную плоскость, проходящую через полюсы магнитной стрелки компаса на судне, имеющей свободное вращение вокруг вертикальной оси, называют плоскостью компасного меридиана в данной точке судна. Таким образом, *компасный меридиан* — это воображаемая линия пересечения плоскости истинного горизонта наблюдателя с плоскостью компасного меридиана, проходящего через данную точку на судне. Угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между магнитным и компасным меридианами называют *девиацией магнитного компаса* (рис. 30). Этот угол отсчитывают от северной части магнитного меридиана к W или к E от 0 до 180°.

Таблица 2

| КК | $\delta$ | КК   | $\delta$ | КК   | $\delta$ | КК   | $\delta$ |
|----|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| 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    | —    | —        |

Девияцию называют восточной, если северная часть компасного меридиана отклоняется от северной части магнитного меридиана к востоку; если же северная часть компасного меридиана отклоняется от северной части магнитного меридиана к западу, тогда девиацию называют западной. Восточной девиации приписывают знак плюс, западной — знак минус.

Значительная по величине девиация магнитного компаса создает большие неудобства в практической работе. Поэтому на судах уничтожают девиацию путем искусственного создания в центре компаса сил, одинаковых по характеру, равных по величине и противоположных по направлению силам, вызывающим девиацию. Уничтожение девиации магнитного компаса на судне — трудоемкая работа, выполняемая обычно специалистами-девиаторами. После уничтожения девиации у судовых компасов определяют *остаточную девиацию*, которая обычно не превышает 2—3°. Ее находят из наблюдений на восьми равноотстоящих главных и четвертных курсах, а далее по специальным формулам рассчитывают ее значения для компасных курсов через 10 или 15° (табл. 2).

Существует много способов определения девиации из наблюдений: по пеленгам небесных светил; по пеленгам отдаленного предмета; по взаимным пеленгам; по створам. Последний способ является наиболее простым и точным. Сущность способа заключается в следующем. Следуя одним из компасных курсов по магнитному компасу, пересекают линию створных знаков, магнитное направление которых известно. В момент пересечения створов отмечают компасный пеленг таковых и, таким образом, получают возможность определить значение девиации для данного компасного курса. Точно так же поступают, пересекая створ на другом компасном курсе. Делая так нужное число раз, значение девиации в каждом случае определяют по формуле

$$\delta = \text{МП} - \text{КП}, \quad (16)$$

Физическую сущность того, что девиация имеет различные значения для каждого компасного курса, понять нетрудно, вспомнив тот факт, что магнитное поле судна будет различным в зависимости от расположения его корпуса относительно силовых линий магнитного поля Земли, т. е. от курса судна.

Правилами технической эксплуатации предусмотрено уничтожение девиации и определение остаточной девиации магнитного компаса не реже одного раза в полгода. Если же на судне производились ремонтные работы с применением электросварки или осуществлялась погрузка грузов, изменяющих магнитное состояние судна (металлические конструкции, трубы, рельсы и т. п.), тогда девиационные работы необходимо производить вне зависимости от срока предыдущих работ. В этих случаях при выдаче капитану плана-задания на рейс следует учесть время, необходимое для уничтожения и определения девиации компаса. Обычно на девиационные работы требуется от 2 до 4 ч. Судно приводят в походное состояние, трюмы закрывают, грузовые стрелы укладывают по-походному, палубный

груз принайтовывают, а затем выходят на рейд, оборудованный специальными створами, и девиатор производит все работы по уничтожению и определению остаточной девиации.

**Компасные курсы и пеленги.** Направления в море возможно определять не только относительно истинного или магнитного меридиана, но также и относительно компасного.

Изобразим на плоскости истинного горизонта наблюдателя три меридиана (см. рис. 30): истинный  $N_n$ , магнитный  $N_m$  и компасный  $N_k$ ; направление ДП судна  $OK$  и направление с судна на береговой ориентир  $OM$ . Тогда на этом рисунке: угол  $N_nOK$  — истинный курс судна, угол  $N_mOK$  — магнитный курс судна и угол  $N_kOK$  — компасный курс судна; угол  $N_nOM$  — истинный пеленг предмета  $M$ , угол  $N_mOM$  — магнитный пеленг предмета  $M$  и угол  $N_kOM$  — компасный пеленг предмета  $M$ . Итак, *компасным курсом* судна называют угол при центре компаса, отсчитываемый от северной части компасного меридиана до направления носовой части ДП судна по часовой стрелке от 0 до 360°. Аналогично *компасным пеленгом* предмета называют угол при центре компаса, отсчитываемый от северной части компасного меридиана до направления на предмет по часовой стрелке от 0 до 360°.

Магнитные курсы и пеленги связаны с компасными следующими алгебраическими соотношениями:

$$\begin{aligned} MK &= KK + \delta; & KK &= MK - \delta, & \delta &= MK - KK; \\ MP &= KP + \delta; & KP &= MP - \delta; & \delta &= MP - KP. \end{aligned} \quad (17)$$

**Пример 16.**  $KK = 357^\circ$ ,  $\delta = 7^\circ$  E. Рассчитать  $MK$ .

*Решение.*

$$\begin{array}{r} + \quad KK = 357^\circ \\ \quad \delta = +7^\circ \\ \hline - \quad MK = 364^\circ \\ \quad \quad 360^\circ \\ \hline \quad MK = 4^\circ \end{array}$$

**Пример 17.**  $MP = 357^\circ$ ,  $KP = 369^\circ$ . Рассчитать  $\delta$ .

*Решение.*

$$\begin{array}{r} - \quad MP = 357^\circ \\ \quad KP = 369^\circ \\ \hline \quad \delta = -2^\circ \end{array}$$

Как видно, совместное действие сил земного и судового магнетизма приводит к тому, что магнитная стрелка отклоняется от истинного меридиана на некоторый суммарный угол, называемый *поправкой магнитного компаса* и обозначаемый  $\Delta MK$ . По аналогии со склонением и девиацией поправку компаса называют восточной, приписывая ей знак плюс, либо западной (знак минус), в зависимости от того, к востоку или к западу отклонена северная часть компасного меридиана от северной части меридиана истинного.

Поправка компаса  $\Delta MK$ , магнитное склонение  $d$  и девиация  $\delta$  связаны следующим алгебраическим соотношением:

$$\Delta MK = d + \delta; \quad d = \Delta MK - \delta; \quad \delta = \Delta MK - d. \quad (18)$$

**Пример 18.**  $d = 10,5^\circ$  E,  $\delta = 3,5^\circ$  W. Рассчитать  $\Delta MK$ .



$$\text{Решение.} \quad \begin{array}{r} + d = +10,5^\circ \\ \delta = -3,5^\circ \\ \hline \end{array}$$

$$\Delta MK = +7,0^\circ$$

**Пример 19.**  $\Delta MK = 1,5^\circ$  E,  $d = 6^\circ$  E. Рассчитать  $\delta$ .

$$\text{Решение.} \quad \begin{array}{r} \Delta MK = +1,5^\circ \\ d = +6,0^\circ \\ \hline \end{array}$$

$$\delta = -4,5^\circ$$

## § 7. Перевод и исправление курсов и пеленгов

На судне по магнитному компасу получают компасные курсы и компасные пеленги; на навигационной же карте прокладывают только истинные курсы и пеленги. Поэтому судоводителю необходимо уметь быстро и безошибочно переходить от истинных направлений к компасным и наоборот. Переход от истинных направлений к компасным называют *переводом курсов и пеленгов*, а от компасных к истинным — *исправлением курсов и пеленгов*. Обе задачи могут быть решены как графически, так и аналитически. При практическом решении в каждом случае строят чертеж графического решения и рядом с ним помещают расчеты, позволяющие контролировать результаты графического решения.

**Исправление курсов и пеленгов.** Пусть судно находится в точке  $O$  (рис. 31) и следует некоторым компасным курсом  $KK$  в направлении  $OK$ . Проведем через точку  $O$  линию  $N_K O$ , которая представит северную часть компасного меридиана. От компасного меридиана по часовой стрелке отложим угол  $N_K OK$ , равный заданному  $KK$ . Затем через точку  $O$  проведем магнитный меридиан  $N_M O$  так, чтобы отклонение компасного меридиана от магнитного соответствовало величине и знаку девиации магнитного компаса на данном компасном курсе  $KK = N_K OK$ , выбранной из таблицы девиации по  $KK$ , как по аргументу. Пусть в нашем примере девиация компаса положительная (восточная), тогда угол  $N_M OK = MK$ . Затем через ту же точку  $O$

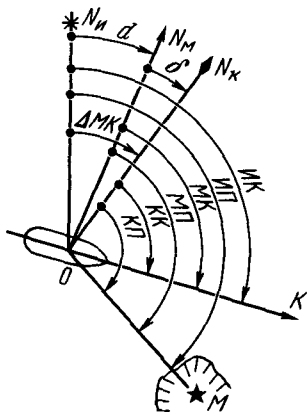


Рис. 31. Исправление румбов

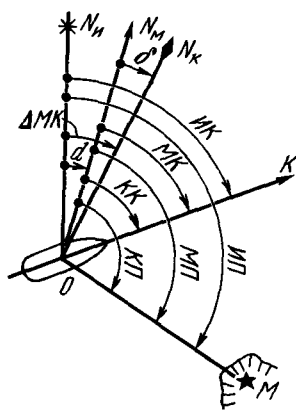


Рис. 32. Перевод румбов

необходимо провести истинный меридиан  $N_iO$  так, чтобы отклонение магнитного меридиана от истинного соответствовало величине и знаку магнитного склонения компаса для даты рейса. Пусть в нашем примере склонение компаса положительное (восточное), тогда угол  $N_iOK = ИК$ . При аналитическом исправлении направлений используют следующие алгебраические выражения:

$$\left. \begin{aligned} ИК &= КК + \delta + d = КК + \Delta МК; \\ ИП &= КП + \delta + d = КП + \Delta МК. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

**Пример 20.** Судно, следуя  $КК = 356^\circ$ , имеет  $КП$  предмета  $62^\circ$ . Снятое с карты и приведенное к году плавания склонение  $d = 14^\circ$  Е. Выбранная на  $КК = 356^\circ$  из табл. 2 девиация  $\delta = +2,4^\circ$ . Определить  $\Delta МК$ ,  $ИК$  и  $ИП$ .

*Решение.*

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\begin{array}{r} + \quad d = +14^\circ \\ + \quad \delta = +2,4^\circ \\ \hline \Delta МК = +16,4^\circ \end{array}$ | $\begin{array}{r} + \quad КК = 356^\circ \\ + \quad \Delta МК = +16,4^\circ \\ \hline ИК = 372,4^\circ \\ \quad \quad 360^\circ \\ \hline ИК = 12,4^\circ \end{array}$ | $\begin{array}{r} + \quad КП = 62^\circ \\ + \quad \Delta МК = +16,4^\circ \\ \hline ИП = 78,4^\circ \end{array}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Перевод курсов и пеленгов.** Пусть судно находится в точке  $O$  (рис. 32) и на карте проложен истинный курс судна в направлении  $OK$ . Проведем через точку  $O$  линию  $N_iO$ , которая представит северную часть истинного меридиана. Тогда угол  $N_iOK$  — истинный курс судна. Пусть в данном месте наблюдается восточное магнитное склонение. Угол  $N_iON_m$  — склонение магнитного компаса, а линия  $N_mO$  — северная часть магнитного меридиана. Из рисунка видно, что угол между северной частью магнитного меридиана и носовой частью ДП судна  $OK$  стал меньше на величину склонения по сравнению с истинным курсом. Угол  $N_iOK = МК$  судна. Далее следовало бы нанести на чертеж положение компасного меридиана, отклоненного от положения магнитного меридиана на величину и знак девиации. Однако выбрать величину девиации из таблицы девиации можно по известному  $КК$ , а он в настоящей задаче является величиной искомой. Помня, что при хорошо уничтоженной девиации ее величина не превышает  $2-3^\circ$ , полагают, что в таблицу девиации можно (в качестве первого приближения) входить не с  $КК$  (он не известен), а с близким к нему  $МК$ , который уже известен. Пусть в нашем примере по  $МК$  из таблицы девиации выбрали ее значение под знаком плюс. Тогда угол  $N_mON_k$  — девиация, а линия  $N_kO$  — северная часть компасного меридиана. Угол  $N_kOK$  — компасный курс судна. При переводе направлений пользуются следующими алгебраическими соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} КК &= ИК - d - \delta = ИК - \Delta МК; \\ КП &= ИП - d - \delta = ИП - \Delta МК. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Общая поправка  $\Delta МК$  определяется на компасный курс, которым следует судно на момент пеленгования.

**Пример 21.** Судно, следуя  $ИК = 235^\circ$ , должно сделать поворот в момент, когда  $ИП$  маяка будет  $115^\circ$ . Склонение компаса  $d = 20^\circ$  Е; девиация выбирается из табл. 2. Рассчитать  $КК$  и  $КП$  маяка.

|                                                                                                                                                          |                                                                                      |                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Решение. — ИК = 235°<br>— $d = +20^\circ$<br><hr style="width: 100%;"/> — МК = 215°<br>— $\delta = +1,7^\circ$<br><hr style="width: 100%;"/> КК = 213,3° | + $d = +20^\circ$<br>$\delta = +1,7^\circ$<br><hr style="width: 100%;"/> МК = +21,7° | — ИП = 115°<br>$\Delta МК = +21,7^\circ$<br><hr style="width: 100%;"/> КП = 93,3° |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

## § 8. Истинный и видимый горизонт наблюдателя. Дальность видимости предметов и маячных огней

Пусть  $HH'$  (рис. 33) — плоскость истинного горизонта наблюдателя, находящегося в точке  $M$  на земной поверхности; глаз наблюдателя находится в точке  $A$  на высоте  $e = MA$ . Если бы Земля была лишена окружающей ее атмосферы, тогда лучи зрения расходились бы из точки  $A$  по направлениям  $AC^I, AC^{II}, AC^{III}$  и т. д., представляющим собой касательные к поверхности земного шара. В этом случае геометрическое место точек касания лучей зрения к поверхности Земли представило бы малый круг  $C_1C_2C_3C_4$ , который можно было бы назвать видимым горизонтом наблюдателя. На самом же деле Земля окружена атмосферой, плотность воздуха которой в общем случае понижается с удалением от поверхности Земли. Луч света при прохождении различных по плотности слоев воздуха преломляется, и, таким образом, его распространение в атмосфере происходит не прямолинейно, а по некоторой кривой  $AKB$ . В этой связи наблюдатель усматривает горизонт не по направлениям  $AC^I, AC^{II}, AC^{III}$  и т. д., а по направлениям вида  $AF'$ , касательного к криволинейному лучу  $AKB_1$ . По этой причине действительный *видимый горизонт наблюдателя* совпадает с окружностью малого круга  $B_1B_2B_3B_4$ , отмеченной на рис. 33 пунктиром.

Угол  $d = H'AF'$  называют *наклоном видимого горизонта*: его значение в минутах дуги при средних атмосферных условиях определяется следующим выражением:

$$d' = 1,766\sqrt{e_m}, \quad (21)$$

где  $e$  — высота глаза наблюдателя, м.

*Дальность видимого горизонта* в морских милях (дуга  $MB_1$  на рис. 33):

$$D_e = 2,08\sqrt{e_m}, \quad (22)$$

где  $e_m$  — высота глаза наблюдателя, м.

Для облегчения работы судоводителя в МТ приведены таблицы значений наклона и дальности видимого горизонта.

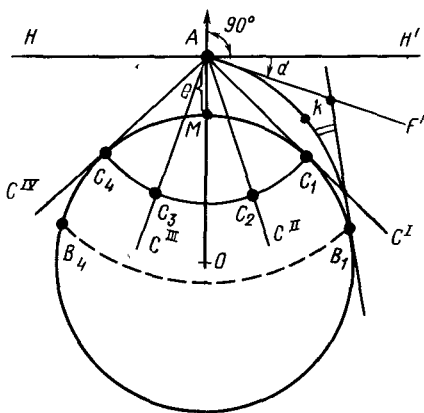


Рис. 33. Видимый горизонт наблюдателя

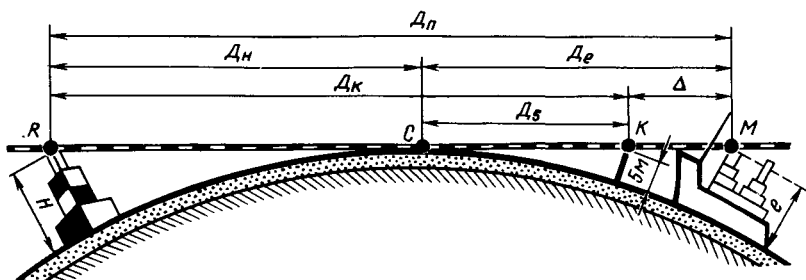


Рис. 34. Дальность видимости предметов

Каждый предмет имеет определенную высоту  $H$  (рис. 34), поэтому *дальность видимости предмета*  $D_n = MR$  складывается из дальности видимого горизонта наблюдателя  $D_e = MC$  и дальности видимого горизонта предмета  $D_n = RC$ :

$$D_n = D_n + D_e = 2,08 (\sqrt{H_m} + \sqrt{e_m}). \quad (23)$$

Дальность видимости предмета, рассчитанную по формуле (23), называют *географической*. Если учитывать ограниченность разрешающей способности человеческого глаза по вертикальному углу (не более  $1'$ ), то в условиях дневного плавания дальность видимости предметов точнее можно определить по формуле

$$D_n = 2 (\sqrt{e_m} - 0,54 + \sqrt{0,29 - 1,08 (\sqrt{e_m} + \sqrt{H_m})}). \quad (24)$$

*Дальность видимости маячных огней* приводится на морских картах и в навигационных пособиях либо в виде географической, либо в виде так называемой номинальной дальности видимости. Географическая дальность видимости маячного огня  $D_k = KP$  (см. рис. 34) соответствует высоте глаза наблюдателя 5 м. Если же высота глаза наблюдателя не равна 5 м, тогда к данной в пособиях дальности  $D_k$  необходимо прибавить поправку  $\Delta = MC - KC = D_e, D_5$ , представляющую собой разность между дальностями видимого горизонта с высоты  $e$  и с высоты 5 м, т. е.

$$\Delta = 2,08 (\sqrt{e_m} - \sqrt{5_m}) = 2,08 \sqrt{e_m} - 4,7. \quad (25)$$

Расстояние, с которого в действительности можно видеть огонь ночью, зависит также от силы источника света, системы маячного аппарата, цвета огня и ряда других причин. Такое расстояние называют *оптической дальностью видимости огня*. В рационально построенном маяке оптическая дальность видимости обычно совпадает с его географической дальностью, рассчитанной по формуле

$$D_o = D_k + \Delta = D_k + 2,08 \sqrt{e_m} - 4,7. \quad (26)$$

Последнее время на картах и в пособиях стали приводить *номинальную (стандартную) дальность* видимости, под которой понимается дальность видимости огней зрительных СНО в однородной среде при метеорологической дальности видимости 10 миль (коэффи-

циент прозрачности атмосферы 0,74). С помощью помещаемой в каждом пособии по огням номограммы такая стандартная дальность видимости (либо сила света в канделах) позволяет получить нужную судоводителю оптическую дальность видимости в условиях конкретного значения метеорологической видимости.

В пасмурную погоду действительная дальность видимости маячного огня может значительно отличаться и от географической, и от оптической дальности.

*Геометрическую дальность радиолокационного горизонта  $D_p$  и дальность радиолокационного обнаружения объекта  $D_{p.o}$  в морских милях рассчитывают по формулам:*

$$D_{p.o} = \left. \begin{aligned} D_p &= 2,224\sqrt{h_m}; \\ 2,224(\sqrt{H_m} + \sqrt{h_m}), \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

где  $h_m$  — высота антенны судовой РЛС, м;

$H_m$  — высота предмета, м.

Практическая дальность обнаружения объектов может значительно отличаться от вычисленной по формуле (27), так как коэффициент преломления радиоволн может значительно изменяться при изменении состояния атмосферы. Наиболее достоверным является способ определения фактической дальности обнаружения объектов с помощью радиолокационной станции (РЛС) на базе опытных данных (см. § 56).

## Глава 2. НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МОРСКИХ ПУТЕЙ

### § 9. Береговые средства навигационного оборудования (СНО)

Береговые СНО представляют собой сооружения, конструкции или устройства, установленные на суше или на гидротехнических основаниях в море. Они являются стационарными (неподвижными), точно определенными пунктами, вооруженными, как правило, мощным и эффективным оборудованием, обуславливающим значительную дальность действия и надежность навигационного обеспечения.

Сеть береговых маяков, огней и знаков создается (развивается) с учетом навигационных, гидрометеорологических и топографических особенностей оборудуемого района. Расстановка СНО осуществляется исходя из обеспечения следования судов наиболее рациональными курсами с учетом данных о глубинах, течениях, ледовой обстановке, господствующих ветрах, условиях видимости и других факторов, влияющих на безопасность мореплавания. При всех условиях взаимное расположение маяков и знаков обеспечивает оптимальное пересечение их пеленгов при наблюдении с судна и наилучшим образом подсказывает мореплавателю конфигурацию береговой черты.

К современным маякам мореплаватели предъявляют следующие основные требования:

видимость должна быть хорошей как днем, так и ночью, что достигается высотой, габаритами, формой и окраской башни, а также соответствующим оптическим аппаратом (силой света);

устройство маячного аппарата должно быть таким, чтобы невозможно было принять огонь маяка за случайный берего-

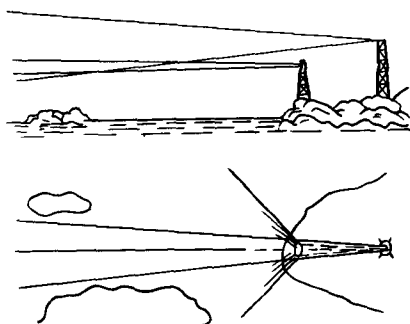


Рис. 35. Створные знаки

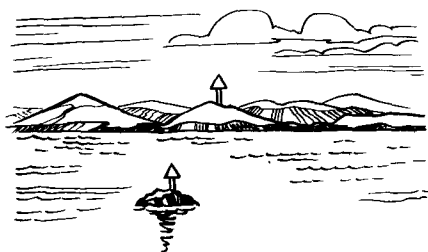


Рис. 36. Вождение по створу: курс должен быть изменен влево

вой, а период<sup>1</sup> освещения маячного огня можно было проверить при помощи секундомера;

каждый маяк должен отличаться от другого характером огня, формой и окраской башни; практически установлено, что для открытых морей два маяка, имеющих один и тот же характер огня, нельзя ставить на расстоянии менее 80 миль один от другого;

маяк должен быть (при необходимости) оборудован надежными средствами туманной сигнализации.

Система нескольких соответственно расположенных на местности маяков, знаков или огней, предназначенная для обеспечения сравнительно узкой зоны (полосы или сектора), безопасной для плавания, называется *створом*. Под створом двух предметов (огней) понимается след сечения земной поверхности вертикальной плоскостью, проходящей через оси симметрии двух предметов (или центры установленных на них огней); сами такие предметы (огни) называются створными знаками (рис. 35). Горизонтальная прямая на местности, из любой точки которой середины створных знаков (ночью их огни) усматриваются на одной вертикали, называется осью створа, или створной линией. Часть створной линии, по которой плавание судов оказывается безопасным, называется ходовой частью створа, остальная — неходовой. Достоинства любого створа определяются в основном его чувствительностью, отчетливостью видимости створных знаков из самой отдаленной точки ходовой части створа и постоянством вертикального схождения. По своему назначению створы подразделяются на ведущие, секущие, девиационные и др. Оптическое устройство створных огней позволяет посылать световой поток в узком секторе в направлении оси створа.

Вождение судна (особенно крупнотоннажного) по створу требует от судоводителя большого опыта и тренировки, чувства немедленной реакции в отношении стороны и величины перекладки руля вслед за тем, как только створные знаки растворились. Обычным правилом в таком случае является «Следовать за передним знаком». Так, на рис. 36 курс судна должен быть изменен влево, чтобы вновь вывести створные знаки на одну линию. *Секторные огни* представляют собой специальные устройства, обеспечивающие возможность обозначения зон (секторов) путем освещения их огнями различного цвета (рис. 37).

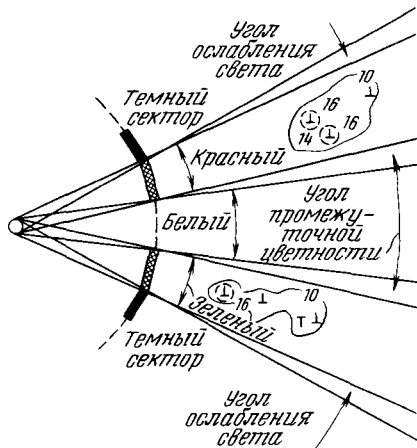


Рис. 37. Секторный огонь

<sup>1</sup> Периодом освещения называется промежуток времени, в течение которого заканчивается весь цикл изменений, присущих данному огню, или промежуток времени, по истечении которого характер огня повторяется в той же последовательности.

*Морской предостерегательный плавучий знак (ППЗ) — зрительное СНО, представляющее собой буй или вежу определенной формы и размера, устанавливаемое на якорях в определенных (штатных) местах с известными координатами в целях ограждения или обозначения навигационных опасностей (в том числе затонувших судов), водных путей (в том числе сторон и осей фарватеров и каналов, мест их разделения, поворотных и подходных точек), различных водных районов и мест (в том числе районов прокладки подводных кабелей, мест установки рыболовных снастей, якорных и карантинных якорных мест). ППЗ могут быть светящими, т. е. оборудованными светоптическими аппаратами, и несветящими.*

*Вежа навигационная (рис. 38) — плавучий предостерегательный знак, представляющий собой вертикальный шест, поддерживаемый поплавком, с топовой фигурой или без нее; устанавливается на якоре. Вежи бывают металлические, пластмассовые и деревянные; применяются для ограждения каналов, фарватеров и навигационных опасностей. В зависимости от района постановки подразделяются на морские, рейдовые, бухтовые и речные. На замерзающих морях*

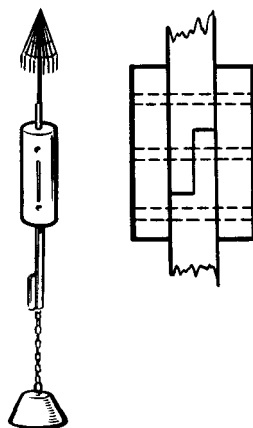


Рис. 38. Морская вежа

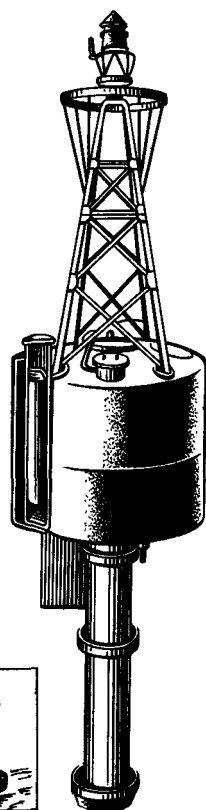


Рис. 39. Морской буй



в осенне-зимний период применяются также рейс-вехи. Форма топовой фигуры и окраска вехи зависят от ее назначения и принадлежности к той или иной классификационной категории, предусмотренной системой плавучего ограждения, принятой в данном государстве. Вехи могут быть светящими и несветящими. Отдельные вехи могут иметь люминесцирующее или светоотражающее покрытие, а также пассивный радиолокационный отражатель. Это наиболее распространенный вид плавучего ограждения ввиду его простоты и дешевизны.

В некоторых странах, например в Норвегии, наряду с ППЗ применяются так называемые стационарные вехи, которые укрепляются непосредственно на грунте.

*Буй* (рис. 39) — плавучий предостерегательный знак в виде плавучей конструкции определенных формы и размеров, обусловленных требованиями его использования на морях или внутренних водных путях. Устанавливается на якорях в заданных точках для ограждения навигационных опасностей, сторон фарватеров, каналов, обозначения осей фарватеров, рекомендованных путей, а также границ различных районов и зон. В зависимости от размеров и назначения буи подразделяются на большие, средние, малые, морские, лиманные, канальные, рейдовые и речные. Большие морские буи предназначены для постановки в открытой части моря; средние — для постановки в прибрежной зоне; малые — для постановки в закрытых заливах и бухтах; лиманные буи используются в закрытых мелководных районах и лиманах; канальные — для ограждения сторон каналов; рейдовые — для постановки на рейды; речные — для постановки на внутренних водных путях; для обеспечения круглогодичной навигации используются специальные ледовые буи. Форма и окраска буйев зависят от назначения и соответствующей принадлежности к той или иной классификационной категории, предусмотренной системой плавучего ограждения, принятой в данном государстве. Буи могут быть светящими и несветящими; применение на них пассивных радиолокационных отражателей (рис. 40, а, б), маркерных радиомаяков и звукосигнальных средств позволяет использовать их в условиях пониженной видимости.

*Бакан* — плавучий предостерегательный знак конической, цилиндрической, сферической или какой-либо иной формы, установленный на якоре. В отличие от буя не имеет надстройки и обычно не освещается.

В зависимости от назначения и места установки относительно опасности буи, баканы и вехи имеют соответствующую окраску, нумерацию, цвет и период огня.

Постановка и съемка плавучего ограждения, а также систематический контроль и поддержание их на месте в должном состоянии возложены на подразделения Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны (ГУНиО МО), на Гидрографическое предприятие Минморфлота и на их местные органы, а на акватории морских портов — на порты.

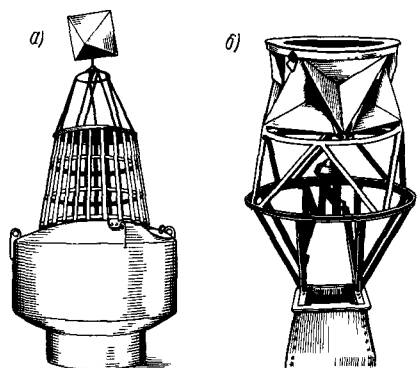


Рис 40 Пассивные радиолокационные отражатели на буях

Ограждение бывает штатным и нештатным. Штатное — это ограждение, нанесенное на карты. Расстановку морских предостерегательных знаков производят в зависимости от размеров и местоположения опасности. Так, для отдельно лежащих опасностей диаметром не более 1 км используют специальный знак, ограждающий отдельные опасности незначительных размеров; более 1 км — два или четыре предостерегательных знака с севера, юга, востока и запада в зависимости от конфигурации опасности и расположения

рекомендованных курсов. В опасных от мин районах интервалы постановки знаков сокращают до 50%.

На точность положения морских предостерегательных знаков целиком полагаться нельзя, так как под влиянием различных причин буи и вехи могут быть снесены со своего штатного места.

*Маяк плавучий*, или *плавмаяк* (рис. 41) — СНО, представляющее собой судно, как правило, специальной постройки, резко отличительной окраски с характерными надстройками, установленное на якорь в определенном (штатном) месте с точно известными координатами, имеющее светооптический аппарат и, как правило, радиотехнические и звукооптимальные устройства. Применяется для ограждения опасностей или указания подходящих точек фарватеров и каналов в районах плавания, где эта задача не может быть решена другими зрительными СНО.

Плавмаяк, как правило, оборудован также специальными помещениями для лоцманской службы; присутствие лоцманов на плав-



Рис 41 Плавучий маяк

маяке показывается особым условным сигналом, описание которого можно найти в руководстве для плавания «Огни и знаки» (см. § 34). Некоторые плавмаяки выполняют также функции спасательных и других станций.

Иногда вместо дорогостоящих плавмаяков используют особого рода малые суда или маячные боты, крупные буи специальной конструкции, а иногда и обыкновенные плоты с надстройкой для огня и колокола, действующего на волне.

## **§ 11. Система ограждения МАМС**

Ограждение опасностей с помощью плавучих предостерегательных знаков (ППЗ) осуществляется в различных странах разными системами расстановки ППЗ. Отсутствие единой системы ограждения вызвало компанию за унификацию такой системы, и в 1980 г. Международная Ассоциация Маячных Служб (МАМС) предложила новую объединенную систему навигационного оборудования плавучими предостерегательными знаками, получившую название «Система ограждения МАМС». Информация о введении системы МАМС в тех или иных районах публикуется в руководствах для плавания и наносится на морские навигационные карты. В настоящее время система еще не получила повсеместного внедрения и наряду с ней остаются и продолжают действовать прежние системы. Так, например, в Великобритании для всех районов английских вод по-прежнему используют старые системы ограждения. Поэтому при плавании иностранными водами необходимо соблюдать повышенную осторожность, внимательно изучая документы, в которых приведены исчерпывающие сведения об ограждении навигационных опасностей.

Система ограждения МАМС представляет собой объединение в единую систему двух ранее разработанных систем ограждения навигационных опасностей плавучими предостерегательными знаками — системы А (красный слева) и системы Б (красный справа). Системой МАМС предусмотрено деление Мирового океана на два региона: регион А (побережья Европы, включая Гренландию, Африки, Австралии и Азии, за исключением Японии, Южной Кореи и Филиппин) и регион Б (побережья Южной и Северной Америки, включая Карибский бассейн). Система МАМС распространяется на все плавучие и стационарные предостерегательные знаки, которые служат для ограждения или обозначения сторон судоходных фарватеров (каналов); естественных навигационных опасностей и препятствий, таких, как затонувшие суда; других районов или объектов, имеющих значение для мореплавания; новых опасностей. В качестве ППЗ эта система использует светящиеся и несветящиеся буи и вежи, а также знаки, устанавливаемые на грунте. Всего имеется 11 видов знаков, которые могут быть использованы в любой комбинации: кардинальные знаки для ограждения навигационных опасностей (четыре знака); латеральные знаки для ограждения сторон фарватеров, каналов и проходов (четыре знака); знаки, ограждающие от-

дельные опасности (один знак); знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера или канала и середину прохода, — осевые или знаки чистой воды (один знак); знаки специального назначения (один знак).

**Латеральные знаки** (Lateral Marks) служат для ограждения сторон фарватеров — левой и правой стороны пути, по которому должно следовать судно.левой или правой стороной фарватера называют ту сторону, которая находится соответственно слева или справа от судна, идущего по фарватеру с моря; в отдельных случаях направление фарватера оговаривается особо. В регионе А используются латеральные знаки красного и зеленого цветов для обозначения соответственно левой и правой стороны фарватера (красный слева). В регионе Б, наоборот, используются латеральные знаки зеленого и красного цветов для обозначения соответственно левой и правой стороны фарватера (зеленый слева). В регионе А на латеральных знаках, выставляемых на левой и правой стороне фарватера, зажигаются соответственно красные и зеленые огни. В регионе Б на латеральных знаках, выставляемых на левой и правой стороне фарватера, зажигаются соответственно зеленые и красные огни.

Если отличительная форма латеральных знаков (буи цилиндрические и конические) не является достаточно надежным признаком для их опознавания на местности, то эти знаки должны по возможности нести соответствующие топовые фигуры. Кроме того, на корпуса буюв могут наноситься цифры или буквы; нумерация буюв или обозначение их буквами в алфавитной последовательности ведется со стороны моря.

В местах разделения фарватеров используются видоизмененные латеральные знаки, указывающие основной (предпочтительный) фарватер.

Ниже приведено описание латеральных знаков, используемых в регионе А (приложение 1, лист 1).

**Знаки левой стороны:** окраска — красная; форма — буи цилиндрические, столбовидные или вехи; топовая фигура (при наличии) — красный цилиндр; огонь (при наличии) — красный с любой характеристикой, кроме сложного группового проблескового вида Пр (2+1).

**Знаки правой стороны:** окраска — зеленая; форма — буи конические, столбовидные или вехи, топовая фигура (при наличии) — зеленый конус вершиной вверх; огонь (при наличии) — зеленый с любой характеристикой, кроме сложного группового проблескового вида Пр (2+1).

**Знак разделения «Основной фарватер справа»:** окраска — красная, с широкой зеленой горизонтальной полосой; форма — буи цилиндрические, столбовидные или вехи; топовая фигура (при наличии) — красный цилиндр; огонь (при наличии) — красный с характеристикой вида Пр (2+1) — сложный групповой проблесковый.

*Знак разделения «Основной фарватер слева»:* окраска зеленая с широкой красной полосой; форма — буи конические, столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — зеленый конус вершиной вверх; огонь (при наличии) — зеленый с характеристикой вида Пр (2+1) — сложный групповой проблесковый.

Описание латеральных знаков, используемых в регионе Б (*приложение 1, лист 1*) дано ниже.

*Знаки левой стороны:* окраска — зеленая; форма — буи цилиндрические, столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — зеленый цилиндр; огонь (при наличии) — зеленый с характеристикой любой, кроме сложного группового проблескового вида Пр (2+1).

*Знаки правой стороны:* окраска — красная; форма — буи конические, столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — красный конус вершиной вверх; огонь (при наличии) — красный с любой характеристикой, кроме сложного группового проблескового вида Пр (2+1).

*Знак разделения «Основной фарватер справа»:* окраска — зеленая с широкой красной горизонтальной полосой; форма — буи цилиндрические, столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — зеленый цилиндр; огонь (при наличии) — зеленый с характеристикой Пр (2+1) — сложный групповой проблесковый.

*Знак разделения «Основной фарватер слева»:* окраска — красная с широкой зеленой горизонтальной полосой; форма — буи конические, столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — красный конус вершиной вверх; огонь (при наличии) — красный с характеристикой Пр (2+1) — сложный групповой проблесковый.

**Кардинальные знаки** (Cardinal Marks) служат для ограждения навигационных опасностей относительно стран света и обозначают сторону, с какой следует обходить ограждаемую опасность. С этой целью горизонт вокруг навигационной опасности условно делится на секторы: северный — между румбами NW и NE; восточный — между румбами NE и SE; южный — между румбами SE и SW; западный — между румбами SW и NW. По наименованию таких секторов кардинальные знаки также подразделяются на: северные буи и вежи — выставляются в северном секторе, к северу от опасности; восточные буи и вежи — выставляются в восточном секторе, к востоку от опасности; южные буи и вежи — выставляются в южном секторе, к югу от опасности; западные буи и вежи — выставляются в западном секторе, к западу от опасности. Наименование кардинального знака указывает ту сторону, с какой его следует обходить.

Форма кардинальных знаков строго не установлена, но, как правило, — это столбовидные буи и вежи (*приложение 1, лист 2*).

*Северный кардинальный знак:* окраска — сверху черная, внизу — желтая; форма — буи столбовидные или вежи; топовая фигура (при наличии) — два черных конуса один над другим вершинами вверх; огонь (при наличии) белый с характеристикой очень частой или частой.

**Восточный кардинальный знак:** окраска — черная с широкой желтой горизонтальной полосой; форма — буи столбовидные или ве-хи; топовая фигура (при наличии) — два черных конуса один над другим основаниями вместе; огонь (при наличии) — белый с характеристикой групповой очень частый (три очень частых проблеска в группе, период 5 с) или групповой частый (три частых проблеска в группе, период 10 с).

**Южный кардинальный знак:** окраска — вверху желтая, внизу — черная; форма — буи столбовидные или ве-хи; топовая фигура (при наличии) — два черных конуса один над другим вершинами вниз; огонь (при наличии) — белый с характеристикой групповой очень частый с длительным проблеском (шесть очень частых проблесков в группе с длительным проблеском, период 10 с) или групповой частый с длительным проблеском (шесть частых проблесков в группе с длительным проблеском, период 15 с).

**Западный кардинальный знак:** окраска — желтая с широкой черной горизонтальной полосой; форма — буи столбовидные или ве-хи; топовая фигура (при наличии) — два черных конуса один над другим вершинами вместе; огонь (при наличии) — белый с характеристикой групповой очень частый (девять очень частых проблесков в группе, период 10 с) или групповой частый (девять частых проблесков в группе, период 15 с).

Как видно, цвет огней на всех кардинальных знаках одинаковый — белый, а его характер — очень частые проблески (100—120 в минуту) или частые проблески (50—60 в минуту). Число же очень частых или частых проблесков — 3, 6 или 9 в группе — избрано для облегчения их запоминания с учетом того, что расположение знаков относительно опасности ассоциируется с расположением соответствующих цифр на циферблате часов. Длительный же проблеск продолжительностью не менее 2 с для огней южных кардинальных знаков установлен с целью отличия их от огней, имеющих 3 и 9 очень частых или частых проблесков.

**Знаки, ограждающие отдельные опасности незначительных размеров (Isolated Danger Marks),** служат для обозначения отдельных опасностей незначительных размеров, которые со всех сторон окружены глубинами, безопасными в навигационном отношении. Такие знаки выставляются непосредственно над опасностью или на ней и могут быть обойдены с любой стороны. Эти знаки имеют ряд общих признаков с кардинальными знаками: двойная топовая фигура; черная окраска топовой фигуры; белый цвет огня.

Описание знаков, ограждающих отдельные опасности (*приложение 1, лист 2*): окраска — черная с одной или несколькими широкими красными горизонтальными полосами; форма — любая, принятая для латеральных знаков, предпочтительно столбовидные или ве-хи; топовая фигура (при наличии) — два черных шара один над другим; огонь белый с характеристикой групповой проблесковый, два проблеска в группе — Пр (2).

**Знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода — осевые знаки, или знаки чистой воды** (Safe Water Marks), служат для указания на то, что вокруг этих знаков имеются глубины, безопасные в навигационном отношении. Эти знаки не служат для ограждения навигационных опасностей; они могут быть использованы в качестве подходов.

Описание осевых знаков, или знаков чистой воды (*приложение 1, лист 2*): окраска — красные и белые вертикальные полосы; форма — буй сферические или столбовидные или вежи с топовой фигурой в виде шара; топовая фигура — красный шар; огонь — белый с характеристикой изофазный (Изо), затмевающийся (Зтм), длительно проблесковый (Дл Пр 10 с) или буква «А» по азбуке Морзе (Мо (А) (· —)).

**Знаки специального назначения** (Special Marks) служат главным образом не для непосредственного обеспечения судовождения, а для обозначения района или объекта, описанного в навигационных документах, например: районы свалки грунта, военных учений, подводных кабелей и трубопроводов, зон отдыха, разделения движений и т. д.

Описание знаков специального назначения (*приложение 1, лист 2*): окраска — желтая, форма — любая, принятая в системе МАМС для навигационных знаков; однако использование знаков специального назначения соответствующей формы не должно противоречить принципам системы, т. е., например, буй специального назначения, выставляемый на левой стороне фарватера, может иметь цилиндрическую форму, но не должен быть конической формы; на корпуса буюв специального назначения могут наноситься цифры или буквы, позволяющие определить их назначение; топовая фигура (при наличии) — желтый косой крест; огонь (при наличии) — желтый с любой характеристикой, отличающейся от характеристик огней кардинальных знаков, а также от характеристик огней знаков, ограждающих отдельные опасности, и знаков, обозначающих начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода (осевых или знаков чистой воды). Чтобы в условиях плохой видимости ошибочно не принять желтые огни за белые, характер желтых огней (Пр), используемых на знаках специального назначения, отличается от характера белых огней знаков других типов.

**Дополнительные знаки специального назначения**, отличные от вышеперечисленных, могут устанавливаться соответствующими властями в исключительных случаях. Такие знаки должны соответствовать знакам навигационного оборудования; они должны быть объявлены в соответствующих навигационных документах, а МАМС должна быть немедленно оповещена об этих знаках.

**Новые опасности.** Термин «новая опасность» применяется для обозначения впервые обнаруженных опасностей, еще не описанных в навигационных документах. К новым опасностям относятся естественные или искусственные препятствия (банки, скалы, затонувшие суда и т. п.).

Новые опасности ограждаются кардинальными или латеральными знаками с их штатными характеристиками огней. При этом хотя бы один из ограждающих знаков дублируется; любой дублирующий знак должен быть во всех отношениях идентичен основному знаку.

Знак, ограждающий новую опасность, может быть оборудован радиолокационным маяком-ответчиком с опознавательным сигналом «D» (— · ·) по азбуке Морзе длиной в 1 милю на экране РЛС. Дублирующий знак снимается только тогда, когда информация о данной новой опасности будет достаточно надежно доведена до сведения мореплавателей.

## § 12. Радиотехнические, звукосигнальные и гидроакустические средства навигационного оборудования

На первом этапе использования *радиотехнических (РТ) СНО* для определения места судна в море считалось, что наиболее перспективным является развитие сети береговых радиопеленгаторных станций (БРПС). Позднее было признано более целесообразным пеленгование береговых радиостановок с помощью судовых радиопеленгаторов: так получила свое развитие обширная сеть радиомаяков кругового излучения (КРМ). Затем все более активно начали использовать РТС для вождения судна по заданным фарватерам

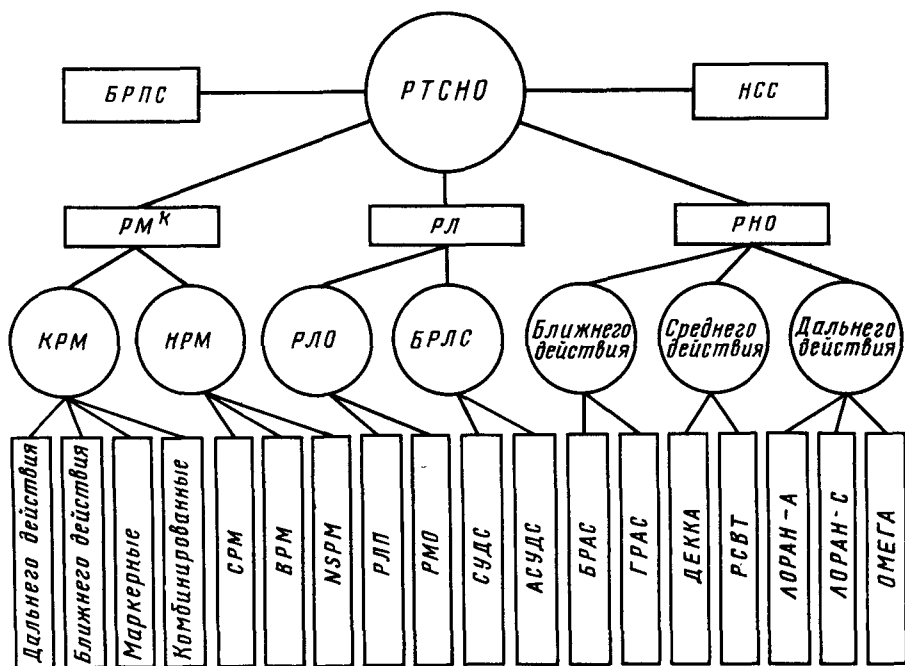


Рис. 42. Основные виды РТСНО



| Звукосигнальное устройство        | Приводится в действие                                            | Характер издаваемого сигнала                          | Дальность слышимости, мили (ориентировочно)                                                 | Примечание                                                                 |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Пушка                             | Электрическим разрядом                                           | Отрывистый звук (выстрел)                             | 5                                                                                           | Ацетиленовая пушка дает яркую вспышку                                      |
| Колокол или гонг                  | Механически, электрически, сжатым воздухом, колебаниями на волне | Мощность и тон звука в соответствии с массой колокола | Незначительная слышимость растет с размерами колокола и его массой, т. е. с понижением тона | Когда колокол приводится в действие колебанием волн, звук нерегулярен      |
| Сирена                            | Сжатым воздухом, паром или электричеством                        | Звук средней мощности высокого или низкого тона       | 5                                                                                           | Характерный воющий звук                                                    |
| Диафон                            | Сжатым воздухом                                                  | Мощный звук низкого тона                              | 6—8                                                                                         | «Хрюканье» в конце сигнала                                                 |
| Тифон                             | То же                                                            | Мощный звук среднего тона                             | 6—8                                                                                         | Подобен судовому туманному сигналу                                         |
| Подводный колокол                 | Механически, пневматически, электрически, колебанием волн        | Мощность и тон звука в соответствии с массой колокола | 5—7 для одиночного колокола и 10—15 для группы из двух колоколов                            | В случае приведения в действие колебаниями волн звук нерегулярен           |
| Подводный излучатель (осциллятор) | Электрически                                                     | Звук высокого тона                                    | До 15 для одиночного колокола; не менее 30 для группы излучателей                           | Сигналы обычно излучаются группами, соответствующими буквами по коду Морзе |

с помощью радиомаяков направленного действия (НРМ). Первыми из таких НРМ были створные (СРМ), затем появились радиомаяки с вращающейся характеристикой излучения (ВРМ) типов «Консол» и «NSPM». Широкое внедрение в практику судовождения радиолокации с применением навигационных судовых и береговых радиолокационных станций вызвало появление новых таких видов СНО, как радиолокационные (РЛ): радиолокационные отражатели пассивные (РЛП) и активные маяки-ответчики (РМО); береговые радиолокационные станции (БРЛС); системы управления движением судов (СУДС), включая автоматизированные (АСУДС).

Особое развитие получили специальные радионавигационные системы, представляющие собой совокупность передающих радиостанций, излучающих взаимосинхронизированные сигналы, и судовых приемоиндикаторов, принимающих эти сигналы с целью определения места судна в море. Такие РНС, дающие высокую точность и надежность определения места, приобрели исключительно важное значение для обеспечения безопасности мореплавания в самых различных условиях.

В настоящее время созданы специальные навигационные спутниковые системы (НСС), применяемые для нужд торгового мореплавания. Наиболее распространенные типы радиотехнических средств в каждом из классов РТСНО показаны на рис. 42.

*Звукосигнальные СНО* — устройства для подачи воздушных сигналов для ориентировки мореплавателей относительно береговой черты в условиях пониженной видимости. Такие СНО лишь предупреждают о приближении к опасности и никогда не могут служить средством для определения места судна, поэтому воздушные туманные сигналы и называются предостерегательными. Основные характеристики ряда воздушных сигналов (1—5) приведены в табл. 3.

*Гидроакустические СНО* — устройства для подачи подводных сигналов, с помощью которых определяют место судна в тех случаях, когда более точные методы использованы быть не могут. Основные характеристики подводных звуковых сигналов (6—7) даны в табл. 3.

### § 13. Сигналы и сигнальные станции

**Общие сведения.** Кроме описанных выше береговых и плавучих средств оборудования морских путей, безопасность судовождения обеспечивается также дополнительной информацией, выдаваемой на суда станциями, обслуживающими мореплавателей. Такая информация передается на суда средствами зрительной связи и радиосвязи. Современные морские суда снабжены мощными радиостанциями и радиотелефонами; они в состоянии не только вести уверенный и стабильный прием различного рода радиоижевщений, но также успешно осуществлять необходимый им двусторонний обмен практически из любой точки Мирового океана с различного рода радиостанциями.

*Радиостанции*, обслуживающие мореплавателей, передают навигационные и гидрометеорологические сообщения для мореплавателей, а также факсимильные гидрометеорологические радиопередачи, эпидемиологические бюллетени и карантинные донесения судов с моря, медицинские советы по запросу с судов и радиосигналы времени и многое другое. Следует отметить также важность радиостанций пароходств, Минморфлота и других ведомств в обеспечении непрерывной радиосвязи с судами в море по оперативным вопросам их эксплуатации. Судовождение обеспечивают и такие станции, как сигнальные, телефонные, лоцманские, спасательные, штурмовые, водомерные, ледовые и многие другие. Необходимые сведения о таких станциях можно найти в руководствах для плавания и на морских навигационных картах соответствующих районов. Поэтому ниже приведены лишь краткие сведения о спасательных и сигнальных станциях.

*Спасательные станции*, или спасательные посты, для оказания помощи судам, терпящим бедствие, и для спасения людей, потерпевших кораблекрушение, размещают в различных местах побережья, иногда при береговых и плавучих маяках и в портах. Спасание

судов осуществляют различные общества, акционерные предприятия, имеющие мощные спасательные суда, плавучие краны и мореходные лихтеры. Для поисков терпящего бедствие судна и наведения спасателей на место аварии используют также авиацию и систему КОСПАС-САРСАТ (см. § 42). Спасательные средства таких обществ и предприятий находятся в крупных портах.

В СССР спасение терпящих бедствие судов возложено на аварийно-спасательную службу Минморфлота СССР, входящую в В/О «Мореплавание». Местными органами такой службы являются отделы (АСПТР) пароходств, которые имеют в постоянной готовности средства, необходимые для выполнения спасательных и подъемных работ: современные спасательные суда с мощным водоотливным оборудованием, водолазное снаряжение, судоподъемные средства, вертолеты, телевизионную аппаратуру и т. д.

Спасение людей, потерпевших кораблекрушение, и снятие их с бедствующих судов возлагают на близлежащие береговые спасательные станции, которые имеют в своем распоряжении спасательные суда и другую необходимую технику, а также надежные средства связи и сигнализации.

*Сигнальные станции* и сигнальные мачты специально созданы для переговоров с судами, передачи на них сведений о погоде, уровне воды, приливо-отливных течениях, ледовых сообщений, предупреждений о других опасностях средствами зрительной связи. Иногда такие станции находятся при маяках или в сочетании со станциями другого специального назначения.

Сигнальные мачты, на которых поднимают различные сигналы, отвечающие местным правилам плавания и регулирующие движение судов (об открытом или закрытом выходе, о глубине на фарватере и т. п.), устанавливаются также во многих портах, при входе в гавани, в каналы, на барах рек и т. п.

**Сигналы, относящиеся к движению судов.** Сигнал тревоги, передаваемый по радиотелеграфу, состоит из 12 тире и означает, что немедленно за ним судно начнет передавать по радио сигнал бедствия. Радиотелефонный сигнал тревоги состоит из звуков двух тонов, передаваемых поочередно через промежутки от 30 с до 1 мин.

*Сигнал срочности*, передаваемый по радиотелеграфу в виде троекратного повторения сочетания из трех латинских букв В или по радиотелефону в виде троекратного повторения слова ПАН, означает: судно, не находящееся в серьезной и неминуемой опасности, требует помощи либо это судно желает послать радиограмму, касающуюся его безопасности или безопасности лица, находящегося на борту этого судна.

*Сигнал бедствия* подают морские суда и гидросамолеты, терпящие бедствие на море и нуждающиеся в безотлагательной помощи других судов или берега. Суда, принявшие по радио сигнал бедствия, должны немедленно прекратить обычные переговоры.

Применение сигнала бедствия разрешается исключительно в том случае, когда подающее этот сигнал судно находится в серьезной

или неминуемой опасности и ему необходима немедленная помощь или когда судно заметило другое судно, находящееся в серьезной и неминуемой опасности, не могущее передавать сигнал бедствия и нуждающееся в помощи судна, дающего сигнал. Во всех других случаях применение сигнала бедствия запрещается. Равным образом воспрещается применять всякий сигнал, который можно принять за сигнал бедствия.

В тех случаях, когда судну, подавшему сигнал бедствия, надобность в помощи отпадает, с него обязаны послать о том соответствующую радиограмму в порядке, предусмотренном действующей международной конвенцией.

Капитан любого судна, принявший с другого судна по радио или иным образом сигнал о бедствии, обязан со всей возможной скоростью идти ему на помощь. Капитан судна может быть освобожден от этого лишь при наличии серьезной опасности для его судна, экипажа и пассажиров, а также, если явно не сможет прибыть вовремя.

*Сигнал, предостерегающий об опасности*, подают судам, курс которых идет к опасности; днем поднимают однофлажный сигнал «У» («U») либо двухфлажный сигнал «АГ» («AG») по Международному своду сигналов (МСС), означающие «Вы идете к опасности», и одновременно через каждую минуту выпускают сигнальные ракеты (с двумя взрывами и светящимися звездами) до тех пор, пока судно не заметит сигналы. Ночью сигналы подают только ракетами.

*Сигнал безопасности* означает, что вслед за ним будет передаваться сообщение, имеющее важное значение для безопасности мореплавания, например о надвигающемся шторме, об изменениях в навигационной обстановке и т. п. Этот сигнал троекратно передают по радиотелеграфу в виде группы «ТТТ» и (или) по радиотелефону в виде также троекратного повторения слова «СЭКЮРИТЕ».

*Предостерегательный сигнал для обозначения присутствия подводных лодок* — один из двухфлажных сигналов по ММС — «ХП» («HP») или «ОИЫ» («OIY»), что означает: «Подводные лодки проводят учения поблизости; следуйте с большой осторожностью», а также передача по радиотелеграфу на волне 600 м сигналов «АЛЗИЖ» — «ИСЦШУ» («ALZIV» — «ISCQU»), означающих «Обращаем ваше внимание на подводные лодки», или сообщение открытым текстом.

Аварийная подводная лодка выпускает аварийно-сигнальный буй, жидкое топливо и смазочное масло, воздушные пузыри.

*Сигналы в районах с ограничением пути следования* — три вертикально расположенных красных шара или три вертикально расположенных красных огня ночью, выставленные специальной службой предупреждения (корабли, брандвахты, береговые посты) и означающие, что вход в данный район или плавание в нем закрыты.

*Сигналы о входе в порт и выходе из порта (приложение 2)*, относящиеся также к фарватерам, используемым для входа в порт и выхода из него, поднимаются на имеющихся в портах сигнальных мачтах.

*Лоцманские сигналы* поднимают суда, нуждающиеся в лоцмане, — сигнал «Г» либо «РФ» по МСС (днем); вспышка голубого цвета (голубой фальшфейер) каждые 15 мин, либо яркий белый огонь, вспыхивающий или показываемый через краткие промежутки времени над самым фальшбортом в течение 1 мин каждый раз, либо сигнал «ПТ» по МСС, показываемый светосигнальным фонарем знаками Морзе (ночью).

Отдаленным сигналом вызова лоцмана может служить сочетание из двух шаров и конуса под ними.

*Сигнал о проходе мостов* подается семафором или сочетанием различных фигур (днем) либо огнями (ночью) в соответствии с правилами, описанными в лоции.

*Карантинный сигнал* поднимается судном к моменту его прихода в порт и держится поднятым до тех пор, пока судну не будет предоставлено санитарными властями право свободной практики — сигнал «Щ» по МСС (днем) либо поднятый вертикально красный огонь над белым (ночью только в границах порта), означающий «Мое судно незараженное, прошу предоставить мне свободную практику».

**Гидрометеорологические сигналы.** *Штормовые сигналы* поднимают или заменяют по штормовым предупреждениям, получаемым организациями морского, речного или рыбного порта от органов гидрометеослужбы. Вид и значения таких сигналов даны в *приложении 3*.

*Сигналы о колебании уровня моря*, также приведенные в приложении, поднимаются по указаниям местных гидрометеорологических станций.

Наиболее важные и срочные сведения о гидрометеорологических условиях плавания и об изменениях в навигационной обстановке передаются в срочном порядке по радио специальными радиостанциями.

# Глава 3. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУДОВОЖДЕНИЯ

## § 14. Метеорологические элементы

**Общие сведения об атмосфере.** Основные задачи метеорологии — изучение процессов изменения метеорологических элементов и явлений в пространстве и во времени, раскрытие физической сущности и закономерностей таких процессов, а также разработка способов прогнозов (предсказаний) изменений погоды.

За условную границу окружающей Землю газовой оболочки — *атмосферы* — принимается высота 1 тыс. км, на которой еще наблюдаются полярные сияния. Верхний слой атмосферы — *ионосфера* — отличается повышенной электропроводностью и способностью отражать радиоволны. Ее нижняя граница находится на высоте 70—80 км от поверхности Земли. Ниже ионосферы располагается следующий слой воздуха — *стратосфера*. Ее нижняя граница находится на высоте 10—12 км от поверхности Земли. Примечательным для стратосферы являются сильные ветры. Обычные метеорологические явления (сильная конвекция, возникновение облаков, выпадение осадков и т. д.) присущи нижнему слою воздуха — *тропосфере*.

Температура воздуха в тропосфере понижается с увеличением высоты. В нижних слоях тропосферы до высоты около 1,5 км температура воздуха убывает в среднем на 0,5° С на каждые 100 м высоты. Изменение температуры воздуха по вертикали характеризуется вертикальным градиентом температуры: при падении температуры с увеличением высоты он имеет положительное значение; при увеличении — отрицательное.

Минимум температуры наблюдается перед восходом Солнца и максимум — около 14 ч. Суточные амплитуды — суточный ход температуры воздуха — над морем при одних и тех же условиях имеют меньшие величины, чем над сушей; обычно они немного больше, чем колебания температуры воды, — 1,5—2° С. Наивысшая температура над морем наблюдается в среднем в 12 ч 30 мин. С увеличением широты суточный ход температуры воздуха уменьшается. В летние месяцы и ясные дни он больше, чем в зимние месяцы и в пасмурные дни.

| Полушарие | Месяц  |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
|           |        | 0      | 10     | 20     |
| Северное  | Январь | + 26,4 | + 25,8 | + 21,8 |
|           | Июль   | + 25,6 | + 26,9 | + 28,0 |
| Южное     | Январь | + 26,4 | + 26,3 | + 25,4 |
|           | Июль   | + 25,6 | + 23,9 | + 20,0 |

Годовой ход инсоляции и излучения земной поверхности обуславливают годовой ход температуры воздуха; максимум приходится обычно на август, минимум — на февраль (северное полушарие). С увеличением широты до  $40^\circ$  годовой ход возрастает; в высоких широтах он незначителен. В табл. 4 приведено распределение средних температур по параллелям.

Температуру воздуха на судах измеряют с помощью обычных ртутных термометров, имеющих специальные оправы для защиты их от осадков и воздействия прямых солнечных лучей. Непрерывная регистрация температуры воздуха осуществляется термографом (рис. 43). Чувствительным элементом этого прибора является биметаллическая пластинка 1, один конец которой закреплен в кронштейне, а другой через систему рычагов соединен со стрелкой, несущей на своем конце перо 2. Перо касается бумажной ленты, укрепленной на барабане 3, вращающемся от часового механизма вокруг своей оси. Биметаллическая пластинка изгибается пропорционально величине изменения температуры, а связанное с ней перо воспроизводит на вращающейся ленте линию хода температуры воздуха.

**Влажность воздуха.** Абсолютной влажностью  $q$  называется масса в граммах водяного пара, содержащаяся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха. Количество водяного пара в воздухе чаще выражают величиной его упругости  $e$ , выраженной в Па,

$$e = 0,0008 (t - t') p, \quad (28)$$

где  $t$  — температура по сухому термометру,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $t'$  — температура по влажному термометру,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $p$  — атмосферное давление, Па.

Наибольшая абсолютная влажность наблюдается при наибольшей температуре воздуха: после полудня, в самые теплые месяцы, в наиболее теплых морях.

Воздух с максимально возможным при данной температуре содержанием пара называется *насыщенным*. Температура, при которой в воздухе с заданной абсолютной влажностью наступит насыщение, называется *точкой росы*. Разность между упругостью насыщающих паров, содержащихся при данной температуре в воздухе и абсолютной влажностью, называется *недостатком (дефицитом) насыщения*.

*Относительной влажностью  $r$*  называется отношение упругости водяного пара, содержащегося в воздухе (абсолютная влажность),

Таблица 4

Широта,  $^\circ$

| 30               | 40              | 50              | 60               | 70              | 80               | 90               |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| + 14,5<br>+ 27,3 | + 5,0<br>+ 24,0 | — 7,1<br>+ 18,1 | — 16,1<br>+ 14,1 | — 26,3<br>+ 7,3 | — 32,2<br>+ 2,0  | — 41,0<br>— 1,0  |
| + 21,9<br>+ 14,7 | + 15,6<br>+ 9,0 | + 8,1<br>+ 3,4  | + 2,1<br>— 9,1   | + 3,5<br>+ 23,0 | — 10,8<br>— 39,5 | — 15,5<br>— 48,0 |

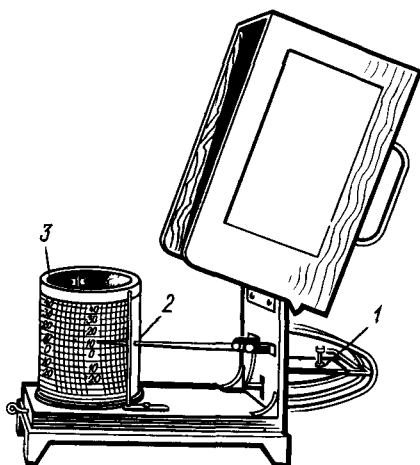
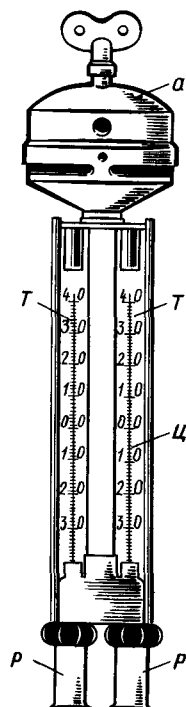


Рис. 43. Термограф



Рис. 44. Психрометр



к упругости водяного пара, насыщающего воздух при данной температуре, т. е.

$$r = 100e/E, \quad (29)$$

где  $E$  — давление упругости пара.

С изменением широты относительная влажность меняется незначительно. Суточный и годовой ход относительной влажности обычно противоположен суточному и годовому ходу температуры воздуха. Над морями относительная влажность практически постоянна (80%).

**Аспирационный психрометр.** Температура и влажность воздуха имеют исключительно важное значение для мореплавания: в соответствии с ними определяют режим вентиляции судовых трюмов в целях сохранной перевозки грузов.

Температуру и влажность воздуха определяют с помощью аспирационного психрометра (рис. 44), состоящего из двух одинаковых ртутных термометров  $T$ , резервуары  $P$  которых находятся в специальных трубках, соединяющихся с центральной трубкой  $Ц$  аспиратора  $а$ . Пружинный завод аспиратора позволяет его вентилятору протягивать воздух через центральную трубу так, что во время измерения резервуары обоих термометров постоянно омываются потоком наружного воздуха.

Резервуар правого термометра аспирационного психрометра должен быть обернут батистом, который перед наблюдением смачивают



дистиллированной водой с помощью прилагаемой к прибору пипетки. К прибору прилагается номограмма для определения относительной влажности; пользование такой номограммой подробно изложено в заводской инструкции прибора.

Значения температур сухого и смоченного термометров прибора позволяют с помощью специальных Психрометрических таблиц определить  $q$  и  $r$ , а также точку росы  $t$ .

Для определения параметров влажного воздуха могут быть использованы также диаграммы ( $i - d$ ) и ( $t - \tau$ ). Первая применяется в технических расчетах по кондиционированию воздуха помещений, вторая — при расчетах, связанных с микроклиматом грузовых помещений — трюмов, складов и т. д.

Непрерывную запись относительной влажности воздуха получают с помощью волосяного гигрографа, чувствительным элементом которого служит пучок обезжиренных волос. Последние изменяют длину пропорционально изменению относительной влажности воздуха и через систему рычагов приводят в движение индикаторную стрелку с пером. Развертывание показаний прибора во времени осуществляется с помощью часового механизма и барабана, устройство которого аналогично устройству такового у вышеописанного термографа.

**Облака.** Скопление мельчайших капель или кристаллов льда в высоких слоях атмосферы приводит к появлению облаков. В суточном ходе облачности летом наблюдается два максимума — рано утром и после полудня, зимой — в утренние и ночные часы. Максимум облачности достигает в экваториальной зоне, минимума — в широтах  $30-35^\circ$ . Отсюда она вновь увеличивается, достигая второго максимума в широтах  $60-80^\circ$ , а к полюсу вновь несколько убывает.

Все облака делятся на три группы: нижнего (высота ниже 2 км), среднего (высота от 2 до 6 км) и верхнего (высота более 6 км) ярусов.

Облачность измеряется в баллах от 0 до 10 в зависимости от того, сколько десятых частей неба покрыто облаками. Например, над Белым морем среднее годовое значение облачности равно 0,8 балла, в Асуане — 0,5 балла.

**Осадки.** Различают осадки, выпадающие из облаков (дождь, снег, ледяной дождь, снежная крупа, ледяная крупа, град, снежные зерна) и выделяющиеся из поверхности Земли и предметов (роса, иней, изморозь, жидкий налет, гололед). Количество осадков выражается толщиной слоя воды, покрывающего земную поверхность при выпадении осадков, и измеряется в миллиметрах. Наибольшее среднее годовое количество осадков наблюдается в Черрапунджи (Индия) — 12 665 мм. В Батуми в среднем за год выпадает 2500 мм.

**Видимость.** Предельное расстояние, дальше которого наблюдаемый объект сливается с фоном и становится невидимым, называется видимостью. Видимость зависит от прозрачности атмосферы, возрастающей с увеличением широты. Для оценки видимости пользуются специальной шкалой. Так, шкала горизонтальной видимости приведена в МТ.

**Туманы.** Скопление продуктов конденсации (процесса превращения пара в воду) водяного пара в слоях воздуха, близких к поверх-

ности Земли, называют туманами. Различают следующие виды туманов: дымка — размер капель не превышает 0,0005 мм, а видимость от 1 до 10 км; слабый туман — видимость от 500 м до 1 км; сильный туман — видимость менее 50 м.

Подробные сведения о туманах, их распределении, суточном и годовом ходе можно найти в соответствующих лощиях.

**Атмосферное давление.** Давление, создаваемое массой воздуха, называют атмосферным. Нормальное давление воздуха уравнивает столб ртути в 760 мм на уровне моря и в широте  $45^\circ$  при температуре  $0^\circ \text{C}$ . Часто атмосферное давление выражают в паскалях: 1 мм рт. ст. = 133,322 Па. Шкалы перевода миллиметров атмосферного давления в миллибары и миллибаров в миллиметры приводят-ся в МТ.

Линии, соединяющие на карте точки с равным атмосферным давлением, называются *изобарами*, а определяемое расположением изобар распределение давлений на каком-либо горизонтальном уровне — *барическим полем*. В различных точках определенного горизонтального уровня давление атмосферы может быть различным. Разность таких давлений в сторону наибольшего их падения называется *барическим градиентом*. Тип падения или повышения давления характеризуется системами расположения изобар. Такие системы определяют *формы барического рельефа*.

Атмосферное давление на судах измеряют барометром-анероидом (рис. 45), чувствительным элементом которого является герметическая тонкостенная металлическая коробочка, из которой откачан практически весь воздух. Такая «барометрическая» коробочка сжимается либо расширяется («дышит») с изменением атмосферного давления, а ее деформация через систему рычагов фиксируется на специальной шкале с помощью индикаторной стрелки. Правила исправлений показаний барометра-анероида и необходимые для этого таблицы при-

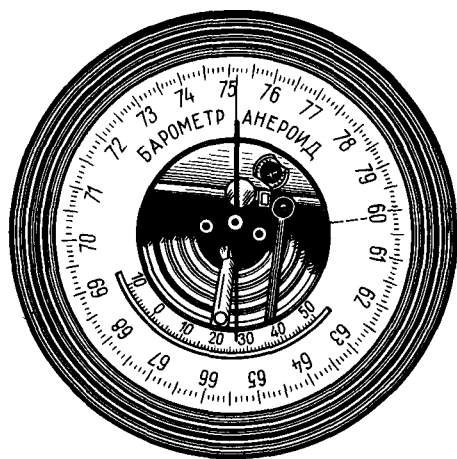


Рис. 45. Анероид

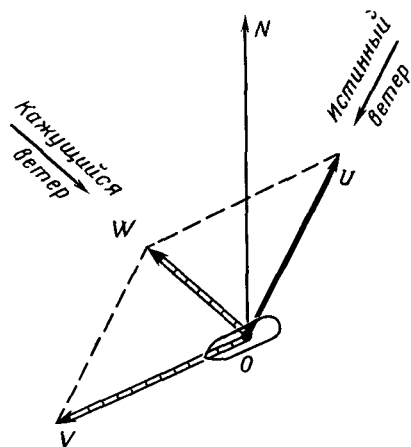


Рис. 46. Направление истинного ветра на судне

ведены в прилагаемой к прибору заводской инструкции.

Непрерывная регистрация изменения атмосферного давления осуществляется барографом с помощью пишущего на барабанной ленте пера, приводимого в движение рычагами, связанными с набором спаянных между собой (столбиком) барометрических коробок.

**Ветер.** Горизонтальное перемещение воздуха, вызванное разностью атмосферного давления, называют ветром. Ветер характеризуется направлением и скоростью. На экваторе направление ветра совпадает с барическим градиентом; воздух здесь перемещается от центров высокого давления к центрам низкого давления. Однако к северу и к югу от экватора вследствие влияния силы Кориолиса и центробежной силы ветер отклоняется от направления градиента вправо в северном и влево в южном полушариях. Таким образом, в северном полушарии, став спиной к ветру наблюдатель будет иметь низкое давление слева, соответственно в южном полушарии — справа.

Скорость ветра зависит от величины барического градиента. Для ее оценки пользуются специальной шкалой Бофорта, которая приведена в МТ.

На движущемся судне наблюдается кажущийся ветер. Определение направления истинного ветра показано на рис. 46, где  $V$  — ветер скорости судна, м/с;  $W$  — вектор кажущегося ветра, откладываемый в сторону, противоположную направлению этого ветра, м/с;  $U$  — вектор скорости истинного ветра, направление которого противоположно направлению действительного ветра, м/с.

Скорость ветра на судах измеряется с помощью ручного анемометра (рис. 47). Количество оборотов крестовины с четырьмя полушариями за 1 с позволяет определить скорость ветра, в м/с, с помощью специальной шкалы, прилагаемой к прибору.

В суточном ходе скорость ветра с утра возрастает, к вечеру — ослабевает.

В малых и реже в умеренных широтах преимущественно в теплое время года наблюдаются смерчи — вихри большой разрушительной силы с диаметром до 100 м, высотой от 100 до 1000 м, скоростью вращательного движения до 100 м/с и скоростью поступательного

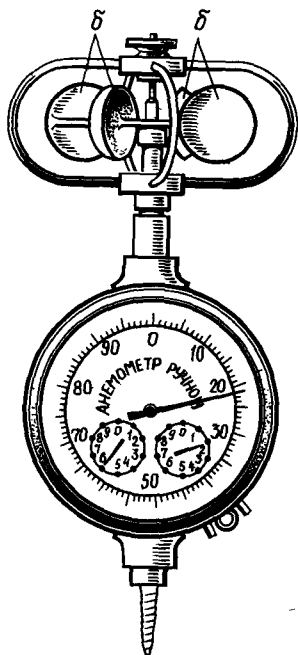


Рис. 47. Ручной анемометр

движения до 30—40 км/ч. Продолжительность смерча от нескольких минут до 3—4 ч.

Очень опасно резкое увеличение ветра от штиля до значительной величины. Такой ветер называется *шквалом*.

*Пассаты* — постоянные ветры, дующие в экваториальной зоне по обе стороны экватора до широты 30°. В северном полушарии направление пассатов от северо-востока, в южном — от юго-востока; скорость 6—8 м/с (4 балла). Области пассатов у термического экватора разделены полосой затишья. Эти районы характеризуются в основном ясной погодой и малым количеством осадков.

*Муссоны* — ветры, дующие зимой с суши на море, а летом — с моря на сушу. Летние муссоны отличаются влажностью, большой облачностью и осадками, зимние — сухой, ясной и безоблачной погодой. В Индийском океане северо-восточный муссон имеет силу 2—5 баллов, юго-западный достигает силы шторма. Смена муссонов происходит в апреле-мае и в октябре-ноябре.

В отдельных пунктах наблюдаются местные ветры.

*Бризы* — ветры приморских побережий, дующие днем с моря на сушу, а ночью — с суши на море.

*Бора* — холодный ветер ураганной силы от северо-востока, спускающийся из охлажденных мест вдоль крутых склонов к морю. Наблюдается, например, в Цемесской бухте (порт Новороссийск), у северных берегов Адриатического моря и в ряде других мест.

*Фен* — теплый сухой воздух, дующий с гор.

Сведения о ветрах на морях приводятся на ежемесячных гидрометеорологических картах и в морских атласах.

## § 15. Циркуляция атмосферы

**Общие сведения.** Горизонтальные и вертикальные движения воздуха играют большую роль в эволюции метеорологических процессов. В низких широтах такие перемещения достаточно устойчивы и лишь изредка возмущаются пассатными волнами и тропическими циклонами. Во внетропических широтах основной чертой циркуляционных процессов является интенсивная циклоническая деятельность, т. е. непрерывное возникновение, перемещение и эволюция крупномасштабных возмущений циклонов и антициклонов. В такой циркуляции участвуют воздушные массы, сформировавшиеся над разными районами и имеющие различные метеорологические характеристики. Переходные зоны между воздушными массами различного происхождения нередко бывают довольно узкими и в этом случае называются *фронтальными зонами*, или *атмосферными фронтами*; они являются районами с особо сложными условиями погоды.

**Воздушные массы.** В процессе общей циркуляции атмосферы воздух тропосферы расчленяется на отдельные воздушные массы. Воздушная масса, формирующаяся в Арктике (Антарктике), называется *арктическим (антарктическим) воздухом*; в умеренных широтах — *полярный воздух*; в субтропиках и тропиках — *тропический воздух*;

в районе экватора — *экваториальный воздух*. Воздушные массы каждого географического типа делятся на *морские* и *континентальные*. Характер погоды в воздушной массе зависит от того, перемещается ли она на более теплую или на более холодную подстилающую поверхность. В этом плане все воздушные массы разделяют на теплые и холодные.

Воздушная масса,двигающаяся над более теплой подстилающей поверхностью, называется *холодной*;двигающаяся над более холодной подстилающей поверхностью — *теплой*; находящаяся в тепловом равновесии с окружающей средой — *местной*.

В холодной неустойчивой воздушной массе ветер порывистый, неустойчивый, видимость хорошая (вне зоны осадков), возможны ливни с грозой. Такая масса типична для морей при перемещении воздуха с выхожденных материков или из районов холодных морских течений на относительно теплую водную поверхность.

В теплых устойчивых воздушных массах ветер у поверхности ровный, без порывов, видимость ухудшена, наблюдается адвективный туман (охлаждения) или сплошная облачность с выпадением моросящих осадков. Такие воздушные массы наблюдаются над океанами, когда на относительно холодную морскую поверхность поступает прогретый воздух с континента либо из районов теплых морских течений.

**Атмосферные фронты.** Место соприкосновения двух воздушных масс,обладающих различными физическими свойствами, называется *поверхностью раздела*, или *фронтом*. Линия пересечения такой поверхности с подстилающей поверхностью моря или суши называется линией фронта. Фронты разделяются на подвижные и стационарные. В зонах фронтов наблюдаются наиболее сложные условия погоды: мощная облачность, осадки, нередко грозовая деятельность, усиление ветра, ухудшение видимости и другие явления.

Главный арктический фронт отделяет арктический воздух от полярного; главный полярный фронт — полярный воздух от тропического; главный тропический фронт — тропический воздух от экваториального.

В зависимости от относительного направления перемещения фронты делят на теплые, холодные и малоподвижные.

*Теплый фронт* возникает при наплывании теплой воздушной массы на холодную. Атмосферное давление перед теплым фронтом падает, появляются перистые облака в виде «коготков» или предфронтовые туманы. Пересекая зону теплого фронта, судно попадает в широкую полосу обложного дождя или снега с пониженной видимостью.

*Холодный фронт* возникает, когда холодные воздушные массы вклиниваются в теплые. Он наступает «стеной» ливневых облаков. Давление перед фронтом значительно падает. При встрече с холодным фронтом судно попадает в зону ливней, гроз, шквалов и сильного волнения. Однако если клин холодного воздуха «подсекает» теплые массы медленно, то за линией такого холодного фронта судно попадает в зону обложных осадков с резким понижением температуры и видимости. Теплый и холодный фронты могут смыкаться так, что

образуется сложный комплексный фронт, называемый фронтом окклюзий.

*Фронт окклюзий* возникает тогда, когда догоняющая масса имеет температуру ниже впереди идущей (теплый фронт окклюзий) либо наоборот (холодный фронт окклюзий). Проходя фронты окклюзий, судно может попасть в условия пониженной видимости, осадков, сильного ветра, сопровождаемого волнением.

**Циклоны и антициклоны.** *Внетропическим циклоном* называется замкнутая область пониженного давления с наименьшим давлением в центре. Такой циклон зарождается на границе двух масс воздуха разной температуры. Движение воздуха в циклоне имеет вихревой характер, причем воздушные частицы перемещаются в северном полушарии против, а в южном — по часовой стрелке. Диаметр циклона колеблется от нескольких сотен до 5 тыс. км; давление в центре составляет примерно 98—99 кПа; средняя скорость перемещения достигает 30—50 км/ч. Циклон существует обычно 5—6 сут. Нередко несколько циклонов последовательно развиваются на одном и том же фронте. Такая серия называется семейством циклонов. Обычно циклоническая серия проходит через какой-либо район в течение недели. С этим и связаны 5—7-дневные периоды штормовой погоды.

Внимательное наблюдение за облачностью, ветром, изменениями атмосферного давления и температуры воздуха позволяет делать важные для мореплавания выводы:

если отдельные кучевые облака движутся в том же направлении, что и ветер у поверхности моря, наблюдатель находится в задней стороне циклона и можно ожидать ухудшения погоды;

если направление движения облаков не совпадает с направлением ветра у поверхности моря, наблюдатель находится в передней части циклона и через 1—2 сут следует ожидать продолжительных осадков и изменения температуры (понижения ее летом и повышения зимой);

если ветер усиливается и направление его изменяется по солнцу, наблюдатель северного полушария (южного полушария) находится в правой (левой) половине циклона; если направление усиливающегося ветра изменяется против солнца, следует сделать обратное заключение; если направление ветра не меняется, наблюдатель находится на пути центра циклона и следует ожидать временного затихия, а затем усиления ветра с противоположной стороны.

*Тропическими циклонами* называются циклонические возмущения, возникающие между тропиками Рака ( $\varphi = 23,5^\circ \text{ N}$ ) и Козерога ( $\varphi = 23,5^\circ \text{ S}$ ). В зависимости от географического положения очага зарождения тропический циклон получает свое местное название: в Карибском море и Мексиканском заливе — антильский ураган; в Тихом океане, Южно-Китайском море — тайфун, в Аравийском море и в Бенгальском заливе — циклон; в южной части Индийского океана — оркан. Тропические циклоны имеют диаметр от 100 до 600 миль, но обычно они не превышают 300 миль в поперечнике с диаметром центральной части 20—30 миль. Барический градиент в тропическом циклоне порой превышает 4 кПа (на 100 миль), а скорость ветра достигает 100 км/ч, причем эти показатели в отличие

от циклонов умеренных широт сохраняются практически во всей области образования циклона.

Скорость перемещения тропических циклонов от 5—10 уз в их начальном периоде до 20—30 уз в зрелой стадии.

Максимум повторяемости тайфунов и антильских ураганов приходится на август-сентябрь. На севере Индийского океана циклоны отмечаются в основном с апреля по ноябрь, а у Мадагаскара — в январе — марте. Чаще всего возникают восточно-азиатские тайфуны — до 23 в год.

Одним из признаков приближения тайфуна является появление зыби, идущей не от направления, от которого дует или дул ранее ветер. Развиваемая ветром зыбь может быть обнаружена уже на расстоянии 400—600 миль от центра тайфуна. О положении такого центра можно судить по направлению зыби, а по изменению направления зыби судят о направлении движения самого циклона. При приближении центра тайфуна атмосферное давление резко падает, перистые облака сменяются нагромождением ливневых облаков; наступает предгрозовое затишье с удушливой жарой. Затем температура воздуха быстро падает, начинается дождь, переходящий в тропический ливень.

Упрощенная схема тропического циклона для северного полушария приведена на рис. 48. Как видно из рисунка, ветры в области тайфуна отклонены от направления на его центр вправо в среднем на  $60^\circ$ . Следовательно, для наблюдателя, стоящего спиной к ветру, центр тайфуна будет находиться впереди, приблизительно на  $60^\circ$  влево от направления ветра. При приближении к центру тайфуна угол отклонения ветра от радиуса увеличивается и достигает  $90^\circ$  в непосредственной близости к центру. В центре тайфуна наблюдаются слабые ветры и даже штиль при бурном море. После прохождения центра тайфуна («глаз бури») ветер очень быстро усиливается до ураганного. Сила ветра 12 баллов сохраняется на расстоянии 30—35 миль от центра и более; затем она постепенно слабеет. Так, на расстоянии 50—57 миль от центра тайфуна сила ветра равна 10 баллам; на расстоянии 100—150 миль — 8—9 баллам и только на расстоянии 200—250 миль сила ветра снижается до 6—7 баллов.

Зона облаков и осадков тропического циклона имеет форму спиральных полос, сходящихся к центру циклона. Наиболее сильные ветры и интенсивные осадки наблюдаются в поясе, прилегающем к «глазу бури» — центральному району диаметром 15—35 миль.

Пользуясь схемой тропического циклона (см. рис. 48), нетрудно установить положение судна относительно пути движения центра тропического циклона: если направление ветра меняется по часовой стрелке, то через судно проходит правая половина циклона; если направление ветра меняется против часовой стрелки, — левая половина; если направление ветра не меняется, — центр циклона. Таким образом, для выбора оптимального правильного курса при расхождении судна с тропическим циклоном необходимо руководствоваться следующими правилами.

*В северном полушарии* (рис. 49, а):

при прохождении правой половины тропического циклона нужно лечь в бейдевинд правого галса (ветер привести в правую скулу) и сохранять этот курс до тех пор, пока барометр не начнет подниматься;

при прохождении левой половины тропического циклона — лечь в бакштаг правого галса (привести ветер в корму справа) и держать этот курс до выхода из зоны тропического циклона;

находясь на пути центра тропического циклона, надо лечь в бакштаг правого галса и держаться, как указано ранее.

*В южном полушарии* (рис. 49, б):

при прохождении левой половины тропического циклона надо лечь в бейдевинд левого галса, сохраняя курс до начала подъема показаний барометра;

при прохождении правой половины тропического циклона — лечь в бакштаг левого галса и держаться, как указано ранее;

при прохождении на пути урагана также привести ветер в бакштаг левого галса и так править до выхода из зоны урагана.

**Антициклоны** — области повышенного давления с замкнутыми изобарами — могут, как и циклоны, быть стационарными и подвижными. Малоподвижные субтропические антициклоны особенно четко выражены в летний период; наиболее известны азорский и гавайский антициклоны. Воздух в антициклоне циркулирует в северном полушарии по часовой стрелке, а в южном — против. Диаметр хорошо развитого антициклона в среднем около 1 тыс. миль; давление в центральной части 101,5—103,0 кПа.

Условия погоды в антициклоне могут сильно отличаться от описанных выше, так как они зависят от характера воздушной массы, в которой сформирован антициклон, от стадии его развития, от особенностей подстилающей поверхности, от сезона и т. д. Так, антициклон, проникший с севера, в холодное время года приносит понижение температуры, ясную погоду и хорошую видимость; в теплое время года — грозы. Антициклон, приходящий с юга, в холодное время

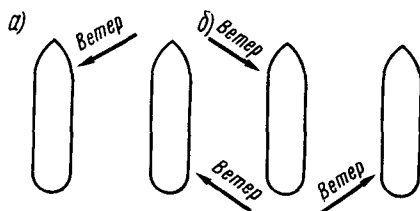
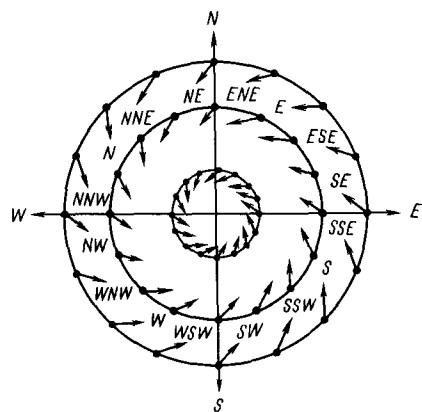


Рис. 49. Выбор курса судна при расхождении с тропическим циклоном



Рис. 48. Схема тропического циклона северного полушария



года несет длительную пасмурную погоду; в теплое — дожди с грозами, а по ночам — росу и поземные туманы. Таким образом, в целом в антициклонах гидрометеорологические условия плавания более благоприятные, чем в циклонах.

## § 16. Климатические зоны

Под *климатом* понимают многолетний метеорологический режим. Климат формируется под воздействием притока солнечной радиации, распределения суши и моря, циркуляции атмосферы и вод Мирового океана. В связи с этим в распределении климата наблюдается четко выраженная зональность.

*Зона внутритропической конвергенции* зимой располагается вблизи экватора и прослеживается во всех океанах; летом в Индийском океане не обнаруживается вовсе, а в Тихом и Атлантическом — смещается на 10—20° к северу.

Температурный режим в этой зоне в течение года остается практически стабильным, абсолютная влажность очень велика, часты ливни и грозы.

*Пассатные зоны* над океанами располагаются по обе стороны от экваториальной депрессии. Здесь отмечаются умеренно высокие (20—27° С) температуры воздуха с годовой амплитудой 5—10° С. Ветры силой 3—4 балла устойчивы в течение всего года с отдельными редкими усилениями до 7—8 баллов, приносящими ливневые осадки и ухудшение видимости.

*Зоны тропических муссонов* — районы низких широт, в которых происходит сезонное изменение преобладающих ветров. Температурный режим такой зоны одинаков с районами экваториального климата. Влажность воздуха, облачность и осадки увеличены летом и уменьшены зимой. Наиболее штормовым является летний муссон Индийского океана и зимний муссон Китайского моря.

*Субтропические зоны океанов* (30—40° широты) характерны малооблачной сухой погодой со слабыми ветрами летом и увеличенной облачностью, частыми осадками, пониженной видимостью, штормовыми ветрами — зимой.

*Зоны умеренных широт* (40—60° широты) отличаются исключительно изменчивым режимом погоды.

*Полярные районы* характерны более сильными и изменчивыми ветрами зимой и частой повторяемостью адвективных туманов в летний период.

Приведенный выше краткий обзор климатических зон Мирового океана дает лишь самое общее приближенное представление об особенностях климата различных районов. Фактическое же распределение метеорологических элементов в каждом конкретном случае может существенно отличаться от их осредненных значений.

Большая часть поверхности Земли покрыта водами Мирового океана ( $\approx 71\%$ ). Рельеф дна океанов и морей подразделяют на три основные формы: ложе океана, составляющее его основную часть ( $\approx 78\%$ ) с глубинами от 2440 до 6 тыс. м; материковый склон, занимающий  $\approx 11\%$ , с глубинами от 2440 до 200 м; материковая отмель (континентальное плато, континентальный шельф) с глубинами от 0 до 200 м. Менее 3% дна Мирового океана приходится на площади, занимаемые глубоководными впадинами и ложбинами с глубинами свыше 6 тыс. м, например Филиппинская впадина (10 789 м).

*Соленость морской воды* представляет собой общее количество всех растворенных в морской воде твердых веществ в граммах, содержащееся в 1 кг морской воды. Соленость обозначается буквой *S* и выражается в промилле (‰), т. е. в тысячных долях. Воды Мирового океана по своей солености подразделяются на: осолоненные — свыше 41,0‰; повышенной солености — от 35,5 до 41,0‰, океанической солености — от 34,5 до 35,5‰, пониженной солености — от 24,7 до 34,5‰; распресненные — от 0,05 до 24,7‰; пресные — менее 0,05‰.

Соленость влияет на плотность воды и температуру ее замерзания, которые определяют особые условия льдообразования в море по сравнению с пресноводными бассейнами.

*Плотность морской воды* — величина, обратная удельному объему морской воды. Наряду с соленостью плотность морской воды является важной ее физической характеристикой, от ее распределения по горизонтали зависит движение вод океана; вертикальное распределение плотности определяет условия перемешивания, распространение звука в морской воде и другие процессы.

Средняя температура поверхности Мирового океана  $+17,4^\circ\text{C}$ ; средняя температура воздуха на всем земном шаре  $+14,3^\circ\text{C}$ . Поэтому океан сильно влияет на термический режим тропосферы. На поверхности воды наивысшая температура наблюдается обычно между 15 и 16 ч; наименьшая — через несколько часов после захода Солнца. Суточная амплитуда температуры воды в открытом океане достигает  $0,5^\circ\text{C}$  в тропиках,  $0,4^\circ\text{C}$  в средних широтах,  $0,1^\circ\text{C}$  — в высоких широтах. В годовом ходе температуры воды на поверхности наибольшая амплитуда температуры наблюдается в августе; наименьшая — в феврале-марте; наибольшие годовые амплитуды — в средних широтах. В морях годовые амплитуды значительно больше, чем в открытом океане, вследствие воздействия окружающих масс суши. Наиболее высокая из наблюдавшихся температура морской воды наблюдается в Персидском заливе ( $+36,6^\circ\text{C}$ ), наименьшая — в Полярном бассейне ( $-2,0^\circ\text{C}$ ).

Цвет морской воды зависит от количества находящихся в ней механических примесей. Тропические воды Мирового океана отличаются темно-голубой, иногда синей окраской; в умеренных и полярных широтах цвет морской воды зеленоватый. Массовое развитие расти-

тельных и животных организмов в поверхностном слое вызывает изменение цвета и прозрачности морской воды.

*Относительная прозрачность* морской воды определяется средней глубиной исчезновения видимости погруженного в воду белого диска диаметром 30 см. Наибольшая прозрачность морской воды наблюдается в Саргассовом море (66,5 м), наименьшая — в Северном море (от 22 до 6,5 м).

*Лед* — общее наименование твердой фазы воды. Классифицируется по различным признакам: а) по месту образования — лед материкового происхождения (фирн, глетчерный лед, ледяной дрейфующий остров, айсберг), морской, озерный, речной, донный, ископаемый; б) по степени подвижности — лед неподвижный (ледяной заберег, припай, стамуха, лед, севший на мель) и дрейфующий; в) по возрасту — лед начальных видов (ледяные иглы, ледяное сало, снежура, шуга), нилас, склянка, лед блинчатый, молодой, однолетний, старый.

Лед деформированный — взломанный в результате сжатия лед с образованием надводных и подводных нагромождений. Лед деформированный различают: наслоенный, образовавшийся в результате наложения части одного ледяного поля на другое; зубчато-наслоенный, когда льдины находят одна на другую попеременно то сверху, то снизу; торосистый, имеющий на поверхности нагромождения обломков (торосов), принимающих при таянии вид оглаженных бугров; холмистый многолетний лед, на поверхности которого образовались холмы (бугры) в результате процессов торошения и накопления; тяжелый — многолетний торосистый лед.

Лед дрейфующий — морской лед, свободно плавающий на поверхности воды и перемещающийся под действием ветра или течения. Термин употребляется в широком смысле для обозначения любого вида морского льда, за исключением неподвижного, независимо от его формы, состояния и положения. По степени сплоченности, оцениваемой по 10-балльной шкале (соответственно площади, занятой льдом), различают: сплошной лед (10 баллов); очень сплоченный лед (9 баллов), сплоченный лед (7—8 баллов), разреженный лед (4—6 баллов), редкий лед (1—3 балла).

В шуге суда двигаются легко, а плотный эластичный покров снежуры затрудняет движение, так как он не колетса форштевнем, а только сжимается. Тонкий лед или корку суда проходят с некоторым затруднением.

Сжатие льда — уплотнение его под влиянием ветров и течений составляет самое большое затруднение для плавания. Во время смены приливо-отливных течений сжатие происходит даже при полном отсутствии ветров.

Торошение — вид формирования ледовых препятствий, когда разломы, столкновения и сжатия льда образуют торосы, представляющие собой нагромождение льдин, обычно смерзшихся.

Айсберги (ледяные горы) — крупные обломки глетчерного льда, встречающиеся в море и обычно возвышающиеся более чем на 5 м над поверхностью воды. Айсберги южного полушария достигают

огромных размеров и проникают в умеренные и даже тропические широты. Ледяные горы в навигационном отношении представляют большую опасность. Приближение к айсбергам опасно, так как они имеют подводные тараны и, подтаивая, могут внезапно переворачиваться. Сведения о ледяных горах и плавучих льдах передаются проходящими судами и специальными ледовыми службами.

Для нанесения ледовой обстановки на карту приняты специальные условные обозначения.

**Акустические и оптические явления в море.** *Скорость звука в воде* зависит от ее температуры, солености и гидростатического давления. Таблицы для определения скорости звука в воде, вычисленные по эмпирическим формулам, приведены в МТ с исчерпывающими пояснениями для их использования в практике.

*Свечение морской воды* вызывается бактериями (ровный молочный свет, не усиливающийся при механическом воздействии) ночесветками и другими мелкими простейшими организмами (множество отдельных вспышек, увеличивающихся при механическом воздействии), а также отдельно светящимися организмами (большими медузами, гребневками и др.).

*Цветение морской воды*, обусловленное массовым развитием растительных и животных организмов в поверхностном слое морской воды, наблюдается в тропическом поясе зимой и в умеренных и полярных поясах в течение гидрологической весны и осени. Растительные и животные организмы, присасываясь к днищу и другим погруженным в воду частям судна, вызывают обрастание корпуса, значительно снижающее скорость судна. При входе судна в пресную воду часть приставших организмов отпадает, очищая корпус.

*Рассеяние света в море* может создаваться как молекулами воды, так и взвешенными в воде частицами. Суммарное уменьшение света с глубиной под влиянием поглощения и рассеяния определяет прозрачность морской воды, описанную выше.

## § 18. Динамика Мирового океана

**Колебания уровня моря.** Водные массы Мирового океана, обладающей подвижностью, никогда не бывают в состоянии полного покоя вследствие воздействия на них различных сил. Все колебания уровня моря можно подразделить на непериодические и периодические.

*Непериодические колебания уровня моря* обычно обуславливаются процессами в земной коре и деятельностью атмосферы. С первыми связаны сейсмические волны — цунами; не являясь опасными в открытом океане, цунами приносят огромный ущерб у побережья. Другой вид чрезвычайно опасных непериодических колебаний уровня океана — сгонно-нагонные колебания, связанные с деятельностью атмосферы, которые нередко вызывают катастрофические наводнения. Сейши — свободные колебания замкнутого или полужамкнутого объема воды без распространения профиля волны по поверхности

водоема, происходящие по инерции после прекращения действия вынуждающей их внешней силы (ветер, сейсмические толчки, резкие изменения атмосферного давления и др.). Сейши часты в озерах. При колебаниях уровня сейшевая поверхность попеременно наклоняется то в одну, то в другую сторону. С сейшами связывают чрезвычайно опасное явление тягуна, вызывающего массовые навалы судов на причалы и друг на друга при их стоянке в защищенных от волнения портах.

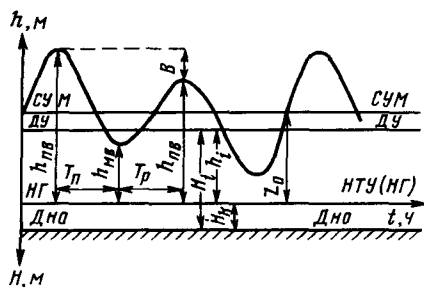


Рис. 50. Номенклатура приливных уровней

**Периодические колебания уровня моря** вызываются в основном приливо-отливными явлениями, являющимися в свою очередь следствием действия периодических сил притяжения Луны и Солнца.

Приливы делятся на полусуточные, суточные и смешанные. Для предвычисления последних приходится использовать метод гармонического анализа. Для предвычисления полусуточных и суточных приливов в практике судовождения применяют метод сравнения, когда для ряда основных пунктов (портов) приливы заранее вычисляются точным способом гармонического анализа и результаты таких вычислений приводят в виде специальных Таблиц приливов (часть I), публикуемых ежегодно. В части II таких Таблиц помещают список значительно большего числа дополнительных пунктов, приливы в которых предвычисляются с помощью сравнения их с приливом в основном пункте, соответствующем данному дополнительному пункту; сравнение заключается в сложении данных о приливе для основного пункта с поправками для дополнительного.

**Элементы прилива.** При явлении прилива вода закономерно то приливает к берегам, образуя наиболее высокое положение уровня — полная вода (ПВ), то отступает от берегов, занимая самое низкое положение, — малая вода (МВ). На морской карте указывают глубину  $H_k$  при самом низком уровне моря. Этот уровень называют *нулем глубин* (НГ), таким образом высота уровня моря над нулем глубин

$$h_{НГ} = 0. \quad (30)$$

Разницу между глубиной моря  $H_{МВ}$  в данную малую воду и нулем глубин НГ (глубиной на карте) называют *высотой малой воды*  $h_{МВ}$  (рис. 50); разницу между глубиной моря  $H_{ПВ}$  в полную воду и нулем глубин НГ называют *высотой полной воды*  $h_{ПВ}$  (см. рис. 50). Таким образом, действительная глубина в момент полной воды

$$H_{ПВ} = H_k + h_{ПВ}; \quad (31)$$

действительная глубина в момент малой воды

$$H_{МВ} = H_k + h_{МВ}. \quad (32)$$

Полезно знать также следующие элементы прилива:  
величину прилива

$$B = H_{\text{ПВ}} - H_{\text{МВ}} = (H_{\text{к}} + h_{\text{ПВ}}) - (H_{\text{к}} + h_{\text{МВ}}) = h_{\text{ПВ}} - h_{\text{МВ}}; \quad (33)$$

высоту среднего уровня

$$Z_0 = (h_{\text{ПВ}} + h_{\text{МВ}})/2; \quad (34)$$

амплитуду прилива

$$A = B/2 = (h_{\text{ПВ}} - h_{\text{МВ}})/2; \quad (35)$$

время роста прилива

$$T_p = t_{\text{ПВ}} - t_{\text{МВ}}; \quad (36)$$

время падения прилива

$$T_n = t_{\text{МВ}} - t_{\text{ПВ}}. \quad (37)$$

Описанные элементы прилива непрерывно изменяются вследствие изменения сил, вызывающих приливы. Когда Солнце, Луна и Земля находятся примерно в одной плоскости и время прихода обоих приливообразующих светил на меридиан наблюдателя совпадает, тогда приливообразующие силы Солнца усиливают лунный прилив. Это происходит 2 раза в лунный месяц: в новолуние и полнолуние. Приливы в такие дни бывают самыми значительными и называются *сизигийными*. Когда же плоскости Солнце — Земля и Луна — Земля составляют почти прямой угол, тогда приливы являются наименьшими и называются *квадатурными*. Характер и величина приливов в Мировом океане отличаются большим разнообразием и сложностью. Величина приливов в океане не превышает 0,8—1,0 м. У прямолинейных берегов и выдающихся в океан мысов величина прилива колеблется в пределах 2—3 м; в вершинах заливов и при сильно изрезанной береговой линии она достигает 16 м и более.

*Приливо-отливные течения* — горизонтальные перемещения водных масс, сопровождающие приливо-отливные колебания уровня океана. В открытом океане скорость таких течений не превышает 0,5 уз, однако в узкостях и проливах она достигает 10 уз и более. Приливо-отливные течения в отличие от всех других течений распространяются на всю толщину водных масс: скорость течения во всех слоях по глубине практически одинакова. Для открытых участков океана характерны приливо-отливные течения вращательного типа; в узкостях, наоборот, они приобретают реверсивный (возвратно-поступательный) характер, когда направления приливного и отливного течений в одном и том же пункте имеют противоположные значения. Проникая в устья рек, приливная волна способствует колебанию их уровня, а также существенно влияет на скорость течения воды в устьях. Так, нередко скорость приливного течения, преобладая над скоростью реки, изменяет течение реки на обратное.

Явление прилива может распространяться на сотни миль вверх по течению реки. Сложность обстановки, с которой приходится сталкиваться при плавании морских судов по речным фарватерам, обя-

Таблица 5

| Время, ч                           |   | А. Широта 55°34' N,<br>долгота 6°58' W |              |                 | Б. Широта 55°22' N,<br>долгота 7°04' W |              |                 |
|------------------------------------|---|----------------------------------------|--------------|-----------------|----------------------------------------|--------------|-----------------|
|                                    |   | Направ-<br>ление                       | Скорость, уз |                 | Направ-<br>ление                       | Скорость, уз |                 |
|                                    |   |                                        | Сизигия      | Квадра-<br>тура |                                        | Сизигия      | Квадра-<br>тура |
| До<br>полной<br>воды в<br>Дувре    | 6 | 88°                                    | 0,5          | 0,2             | 309°                                   | 0,1          | 0,1             |
|                                    | 5 | 110                                    | 0,4          | 0,2             | 72                                     | 0,4          | 0,2             |
|                                    | 4 | 135                                    | 0,4          | 0,2             | 77                                     | 0,8          | 0,4             |
|                                    | 3 | 171                                    | 0,3          | 0,2             | 77                                     | 1,1          | 1,6             |
|                                    | 2 | 201                                    | 0,5          | 0,2             | 80                                     | 1,0          | 0,6             |
|                                    | 1 | 219                                    | 0,6          | 0,3             | 99                                     | 0,8          | 0,4             |
| Полная вода                        |   | 269                                    | 0,7          | 0,4             | 130                                    | 0,4          | 0,2             |
| После<br>полной<br>воды в<br>Дувре | 1 | 299                                    | 0,7          | 0,4             | 226                                    | 0,3          | 0,2             |
|                                    | 2 | 333                                    | 0,7          | 0,4             | 259                                    | 0,7          | 0,4             |
|                                    | 3 | 7                                      | 0,4          | 0,2             | 264                                    | 0,9          | 0,5             |
|                                    | 4 | 62                                     | 0,4          | 0,2             | 270                                    | 0,9          | 0,5             |
|                                    | 5 | 73                                     | 0,4          | 0,2             | 275                                    | 0,7          | 0,4             |
|                                    | 6 | 82                                     | 0,5          | 0,2             | 291                                    | 0,2          | 0,1             |

зывает тщательно изучить характер местных приливо-отливных явлений.

Скорость и направление приливо-отливного течения непрерывно изменяются. Это усложняет учет его влияния на путь судна и одновременно делает учет такого влияния исключительно важным в целях безопасного мореплавания.

Элементы приливо-отливного течения обычно приводятся в виде таблицы на морских навигационных картах, образец которых приведен в табл. 5.

**Учет приливо-отливных явлений в судовождении.** Колебание уровня моря в некоторой точке Мирового океана можно представить в виде кривой в системе прямоугольных координат, по осям которой откладывают высоты прилива в метрах (ось ординат) и соответствующее им время суток в часах (ось абсцисс). В случае близкого к правильному прилива построение такой кривой без труда может быть выполнено при известных высотах полной и малой воды и моментах их наступления<sup>1</sup>. Имея для заданного места график прилива, предвычисление его элементов осуществляется просто и наглядно.

**Пример 22.** Пусть в некотором пункте, где на карте указана глубина  $H_k = 2,5$  м, в заданную дату определены следующие элементы прилива (табл. 6):

*Определить:*

- 1) максимальную  $h_{\max}$  и минимальную  $h_{\min}$  высоты прилива;
- 2) высоту прилива  $h_{12\ 00}$  в заданный момент  $t_{\text{зад}} = 12$  ч 00 мин;
- 3) время наступления заданной высоты прилива  $h_{\text{зад}} = 3,5$  м;
- 4) промежуток времени, в течение которого высота прилива будет не ниже

$h_{\text{зад}} = 3,5$  м;

<sup>1</sup> Подробно см. Ермолаев Г. Г. Судовождение в морях с приливами. М.: Транспорт, 1986.





ливообразующими силами Луны и Солнца). Основными элементами волн являются:

*гребень* — наивысшая точка волнового профиля;

*подошва (ложбина)* — наименьшая точка волнового профиля;

*высота  $h$*  — расстояние от гребня волны до ее подошвы по вертикали, м;

*длина  $L$  или  $\lambda$*  — расстояние между соседними гребнями или подошвами, м;

*крутизна* — отношение высоты  $h$  к длине  $\lambda$  волны.

Кроме таких элементов, определяющих геометрические характеристики волны, выделяют также ее кинематические элементы — период, скорость и направление распространения.

*Период  $T$  или  $\tau$*  — промежуток времени в секундах между прохождениями двух последовательных гребней через одну и ту же точку, т. е. время, за которое волна проходит расстояние, равное ее длине  $\lambda$ ;

*скорость  $V$  или  $c$*  — расстояние, проходимое любой точкой волнового профиля волны в единицу времени, м/с;

*направление* — истинный румб, от которого движутся волны, град.

Связь между отдельными элементами волны определяется следующей группой формул:

$$V = L/T; \quad L = 1,525T^2; \quad V = 1,525T; \quad h = 0,073W\sqrt{D - (h/L)}, \quad (38)$$

где  $W$  — максимальная скорость ветра, м/с;

$D$  — длина пути ветра над морем, км.

На самом деле, элементы морских волн, возникающих под действием ветра в океане, зависят не только от скорости ветра, но и от продолжительности его действия, длины разгона волны и рельефа дна. Поэтому ветер одной и той же скорости в различных конкретных условиях может вызывать различные волны.

Высоту волны на прибрежных глубинах рассчитывают по формулам:

$$\left. \begin{aligned} h_{cp} &= 0,5B \text{ (при ветре в 5 баллов); } \\ h_{cp} &= 0,1B^2 \text{ (при ветре более 5 баллов), } \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

где  $B$  — скорость ветра, баллы.

Наибольшие волны в океанах достигают высоты 20 м и длины 400 м. Зыбь может обладать еще большей длиной волны. *Зыбью* называется волнение, продолжающееся после ветра, уже затихшего или изменившего свое направление. *Мертвой зыбью* называется зыбь, распространяющаяся при полном безветрии.

При прохождении волн над банками, рифами и камнями образуются *буруны*. При встрече волн с разных румбов на некоторой площади образуется *толчая*. Набегание и опрокидывание волн на берег называются *прибоем*. Набегание волн на крутые и приглубые берега образует *взбросы*.

Сила ударов волн достигает более 380 кН на 1 м<sup>2</sup>; высота взброса 43 м.

Состояние поверхности моря оценивают в соответствии с 9-балльной шкалой, приведенной в МТ.

Волнение оказывает существенное влияние на скорость судов. В табл. 6 приведены сведения о потерях скоростей судами на волнении разной силы по данным морской обсерватории в Гамбурге.

**Течения.** Горизонтальные перемещения масс воды, характеризующиеся направлением и скоростью, называют *течениями*; вертикальные движения масс воды при исследовании морских течений обычно не учитываются. Морские (океанические) течения можно классифицировать по факторам, их вызвавшим, на градиентные, ветровые, приливные, волновые, сейшевые, стоковые; по устойчивости — на постоянные, периодические, непериодические; по глубине расположения — на поверхностные, глубинные, придонные; по физико-химическим свойствам — на теплые и холодные, соленые и распресненные в зависимости от соотношения температуры или солености масс воды, формирующих течение, и окружающих вод.

*Течения градиентные* — течения, обусловленные горизонтальным градиентом давления. Течения градиентные могут быть: бароградиентные — обусловленные неравномерностью атмосферного давления; плотностные — обусловленные горизонтальным градиентом плотности воды; компенсационные — компенсирующие нарушения состояния уровней поверхности.

*Течения ветровые* — течения, обусловленные как непосредственно влекущим действием ветра, так и наклоном уровневой поверхности и перераспределением плотности воды, вызванных ветром. Течения, обусловленные только влекущим действием ветра, называются дрейфовыми (например, течения ветровые муссонные, пассатные).

*Приливо-отливные течения* вызываются приливообразующими силами Луны и Солнца.

Наибольший интерес судоводителя вызывают ветровые (дрейфовые) течения. Реальная картина таких течений достаточно сложна, и, несмотря на многочисленные теоретические разработки и экспе-

Таблица 6

| Скорость судна, уз                               | Встречный ветер, баллы                                                  |     |     |      | Боковой ветер, баллы |     |     |     | Попутный ветер, баллы |    |    |    |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|----------------------|-----|-----|-----|-----------------------|----|----|----|
|                                                  | 4                                                                       | 6   | 8   | 10   | 4                    | 6   | 8   | 10  | 4                     | 6  | 8  | 10 |
|                                                  | Увеличение продолжительности перехода по отношению к штилевой погоде, % |     |     |      |                      |     |     |     |                       |    |    |    |
| Более 19                                         | 0                                                                       | +6  | +16 | +43  | 0                    | +2  | +5  | +11 | 0                     | +1 | +1 | +3 |
| 15—16 (для судов вместимостью свыше 8 тыс рег т) | 0                                                                       | +10 | +22 | +74  | 0                    | +2  | +6  | +27 | 0                     | +1 | +1 | +3 |
| 12—14 (для судов вместимостью до 6 тыс рег т)    | 0                                                                       | +23 | +46 | +102 | 0                    | +13 | +22 | +49 | -2                    | -1 | -1 | +4 |
| До 10 (для судов вместимостью менее 4 тыс рег т) | 0                                                                       | +25 | +88 | +248 | +3                   | +5  | +21 | +45 | -4                    | -3 | 0  | +5 |

риментальные исследования, практических методов расчета ветровых течений для любых реальных условий пока нет. В этой связи при плавании судна в условиях ветрового течения судоводителю приходится использовать все то, что мореплавание разработало и накопило под обобщающим термином «хорошая морская практика».

## § 19. Гидрометеорологическое обеспечение

**Задачи гидрометеорологического обеспечения.** Земной шар окружен слоем газообразного воздуха — атмосферой, физическое состояние которой в определенном месте и в определенный момент или промежуток времени характеризуется такими метеорологическими элементами, как температура, давление, ветер, влажность, облачность, видимость и т. д., а также особыми атмосферными явлениями, какими являются гроза, дождь, туман и т. п. Сочетание таких элементов и явлений формирует понятие о погоде, определяющей гидрометеорологическую обстановку. Экономические исследования работы морского транспорта показывают, что ходовое время в значительной степени зависит от правильности учета гидрометеорологической обстановки во время плавания. Поэтому знание фактической гидрометеорологической обстановки на трассе перехода и прогноза ее изменения совершенно необходимо.

Атмосфера и Мировой океан представляют собой неразрывную систему, в которой непрерывно зарождается тепловое и динамическое воздействие их друг на друга, настолько сильное и сложное, что отделить причину от следствия оказывается, как правило, невозможным. Взаимодействие Мирового океана и атмосферы оказывает решающее влияние и играет главную роль в формировании погоды над океанами и морями.

Судно, находящееся в пограничном слое атмосферы и моря, непрерывно подвергается воздействиям гидрометеорологических условий, которые оказывают неблагоприятные и благоприятные влияния на безопасность плавания, сохранность перевозимых грузов, а также на пребывание пассажиров на его борту. Так, неблагоприятные гидрометеорологические факторы могут снизить экономические показатели работы судна, а также влиять на условия или создавать предпосылки для возникновения аварий и даже гибели судов. Это наносит большой материальный ущерб и создает угрозу для жизни людей, а иногда приводит к их гибели. В этой связи качественная и количественная оценки неблагоприятных влияний гидрометеорологических условий на судно и их учет представляют собой одну из актуальных задач современного судовождения. Необходимо добавить также, что различные грузы, находящиеся на территории порта в тех или иных условиях хранения, в большей или меньшей степени подвергаются неблагоприятному влиянию отдельных гидрометеорологических факторов.

Все вышесказанное определяет необходимость для будущего эксплуатационника получить достаточную информацию о влиянии

погоды и моря на работу морского флота. Для понимания сущности и значимости гидрометеорологического обеспечения безопасности судоходства и сохранной перевозки грузов морем необходимо познакомиться с теми физическими явлениями, которые происходят в воздушной оболочке Земли, а также иметь представление о физической, химической и биологической сущности основных океанографических элементов — глубинах, течениях, приливах и т. д. Этой цели посвящены два предыдущих параграфа.

Гидрометеорологическая обстановка меняется как во времени, так и в пространстве. Поэтому заблаговременное знание вероятных характеристик гидрометеорологических элементов в районе плавания позволяет верно решать вопросы, связанные с обеспечением безопасности мореплавания. Неоценимую услугу судоводителю в этом отношении оказывают гидрометеорологические пособия — соответствующие очерки лодий, гидрометеорологические карты, атласы физико-географических данных, атласы волнения и ветра, таблицы приливов и течений и многие другие. Знакомство, хотя бы краткое, с такими ценными пособиями расширяет представление о том, насколько возможно и невозможно учесть влияние благоприятных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений в практической работе судоводителя и эксплуатационника.

**Информация о погоде и состоянии моря.** Госкомгидромет СССР регулярно информирует мореплавателей о текущем состоянии гидрометеорологических условий в океанах, морях, акваториях портов, передает долгосрочные и краткосрочные прогнозы погоды и элементы режима моря; предупреждает об опасных для мореплавания явлениях погоды и режима моря; снабжает справками, консультациями и пособиями по гидрометеорологическому режиму океанов и морей.

Штурманский состав судов выполняет стандартные гидрометеорологические наблюдения и своевременно передает такую информацию в установленном порядке. Так, некоторые суда Минморфлота СССР обязаны передавать в местные органы Госкомгидромета СССР сведения о состоянии погоды и моря по радио 4 раза в сутки (в 00, 08, 12, 20 ч). Гидрометеорологическую информацию по всем штатным районам передают радиостанции Минморфлота СССР 2 раза в сутки: штормовые предупреждения передают немедленно на русском и английском языках. Месячные прогнозы по данному району специальный курьер областного Бюро погоды доставляет пароходству и агентству «Инфлот» через контору капитана порта. Ежедневные гидрометеорологические бюллетени тот же курьер доставляет в службы мореплавания и в АСПТР пароходств, а также капитану порта, откуда эту информацию переправляют в агентство «Инфлот».

Радиостанции пароходств по установленному расписанию передают в эфир суточные прогнозы погоды и волнения моря, уточненный прогноз на день, прогнозы погоды на последующие два дня, ледовые прогнозы и обзоры (в ледовый период), штормовые предупреждения (при угрозе).

Бюро погоды также передает прогнозы погоды, обзоры и штормо-

вые предупреждения по своему району. Кроме этого, ежедневно «Инфлот» информируют об уточненном прогнозе погоды на день.

Если прогноза об опасном гидрометеорологическом явлении не было, тогда необходимое штормовое предупреждение осуществляется всеми средствами связи и сигнализации: подъем соответствующих сигналов на специальных сигнальных постах и мачтах; срочные телефонограммы в адрес диспетчерской пароходства, службы АСПТР, конторы капитана порта и моргентства «Инфлот». Предупреждения об особо опасных гидрометеорологических явлениях составляют независимо от того, были они предусмотрены прогнозом или нет.

Для капитанов судов дальнего плавания гидрометеорологические бюллетени передают через контору капитана порта.

Для обеспечения морского судоходства создана международная сеть судов погоды. Однако основной гидрометеорологической информацией остаются данные наблюдений на станциях специальной синоптической сети, насчитывающей несколько тысяч станций. Кроме судов погоды, в Северной Атлантике функционирует международная служба наблюдений за льдом (Ледовый патруль). Большое значение имеют попутные гидрометеорологические наблюдения на судах различного назначения. Используют также дрейфующие и установленные на якорях автоматические радиометеорологические буи и метеорологические искусственные спутники Земли.

Акватория Мирового океана разделена на районы, каждый из которых обслуживается одним или несколькими радиометеорологическими центрами. Всемирная метеорологическая организация публикует списки радиостанций, передающих гидрометеорологические сведения; такие списки можно найти в расписаниях радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей, публикуемых ГУНиО МО. Если необходима дополнительная гидрометеорологическая информация, запрашивают ближайшую радиостанцию или навигационный гидрометеорологический центр. Гидрометеорологические прогнозы даются бесплатно; судно, запрашивающее погоду, несет расходы только по связи. Расшифровка сводок, нанесение данных на карту и обработка карт погоды требуют специальных знаний, опыта и значительных затрат времени, поэтому в последнее время все более широко используют передачу готовых материалов в виде факсимильных карт, принимаемых на судах с помощью фототелеграфной аппаратуры.

**Гидрометеорологические пособия.** *Гидрометеорологические карты* содержат сведения о температуре воды и воздуха, солёности, плотности и прозрачности воды, облачности, осадках, штормах, ураганах, приливах, течениях, границах распространения плавучего льда и др. Ветер и волнение показаны на таких картах в виде роз, остальные сведения — изолиниями вероятностей или среднемесячных значений показываемых элементов. Каждая карта снабжена пояснительным текстом, в котором излагаются характерные особенности гидрометеорологического режима в районе, охватываемом данной картой. Гидрометеорологические карты изданы на каждый месяц года.

*Атласы физико-географических данных* содержат таблицы средних величин гидрометеорологических элементов по береговым пунктам. Включенные в Атлас карты температуры воздуха за каждый месяц несут также информацию о ветре. Осадки, туманы и облачность представлены на картах или на диаграммах годового хода этих элементов по береговым пунктам. Течения, волнения, температура, соленость и плотность воды показаны на картах Атласа по сезонам.

*Атласы волнения и ветра* состоят из карт волнения и графиков распределения средних высот волн и скоростей ветра.

*Таблицы приливов*, предназначенные для предвычисления времени наступления и высот полных и малых вод в отдельных пунктах побережья, охватывают практически все посещаемые морскими судами районы Мирового океана. Каждый том Таблиц состоит из двух частей: часть I. Приливы в основных пунктах (ежегодник); часть II. Поправки для дополнительных пунктов, позволяющие предвычислить время и высоты полных и малых вод в таких пунктах в зависимости от приливов в основных пунктах.

*Таблицы течений* издаются для тех районов, плавание в которых осложнено сильными приливо-отливными течениями. Они так же, как и Таблицы приливов, состоят из двух частей — для основных и дополнительных районов.

*Атласы поверхностных течений* содержат информацию о постоянных, непериодических и приливо-отливных течениях; течение в данном районе определяется как суммарная величина.

*Гидрометеорологические очерки лоций* включают метеорологическую, гидрологическую характеристики и ледовый режим описываемого района. В метеорологической характеристике описывают климат, повторяемость и продолжительность типов погоды по сезонам года; здесь же можно найти сведения по всем метеорологическим элементам: температуре и влажности воздуха, облачности, осадкам, ветру, туману, видимости и др. В гидрологической характеристике даны основные черты гидрологического режима: температура, соленость и плотность морской воды, ее прозрачность и цвет; колебание уровня, волнение, течения. В описании ледового режима можно найти также и навигационную характеристику льдов.

## § 20. Морские карты

*Географическая карта* — это уменьшенное, измеримое и обобщенное изображение земной поверхности на плоскости, полученное по определенному математическому закону и передающее размещение, состояние и взаимосвязь различных явлений природы и общества.

*Морская карта* — специальная карта, отображающая часть или весь Мировой океан, предназначенная для обеспечения мореплавания, решения специальных задач и использования природных ресурсов. МК подразделяются на навигационные, специальные для ВМС, вспомогательные и справочные.

*Навигационные карты* по своему назначению подразделяются на четыре группы: общенавигационные, обычно называемые морскими навигационными картами; радионавигационные; навигационно-промысловые, озерные и речные.

Морские навигационные карты (МНК) являются основной подгруппой морских карт, обеспечивающих безопасность судоходства. На них подробно отражены рельеф морского дна, характер берега и вся навигационная обстановка в описываемом данной МНК районе. На МНК выполняют ответственнойшую задачу судоходства — ведут счисление пути судна и определяют его местонахождение; МНК издаются в масштабе от 1:500 до 1:5 000 000. Выбор масштаба МНК обусловлен удалением от берега трасс следования судов. Понятно, что по мере приближения к берегу условия плавания в общем случае усложняются, возможность выбора курсов ограничивается, количество навигационных опасностей увеличивается. Поэтому на такой карте необходимо иметь большую подробность в элементах содержания (большую нагрузку карты), что требует ее большего масштаба. В зависимости от масштаба МНК подразделяются на генеральные, путевые, частные и планы.

Генеральные (обобщенные) карты предназначены для общего изучения условий плавания в большом водном бассейне, счисления пути судна при плавании в открытом море, предварительной прокладки маршрута предстоящего перехода и общих навигационных расчетов. Такие карты обычно составляют в масштабах от 1:5 000 000 до 1:1 000 000. На генеральных МНК нанесены важнейшие маяки, навигационные опасности, расположенные на значительном удалении от берега, плавучие средства навигационного ограждения, выставленные у опасностей, лежащих вдали от берегов.

Путевые карты предназначены для обеспечения плаваний вдоль побережий на некотором удалении от берегов, а также для обеспечения подходов судна с моря к берегу; составляются в масштабах от 1:500 000 до 1:100 000. На путевых картах нанесены маяки, огни

и знаки, обеспечивающие прибрежное плавание, все навигационные опасности и все плавучие средства навигационного ограждения.

Частные карты служат для обеспечения плавания в непосредственной близости от берегов, в стесненных навигационных условиях (узкости, проходы, фарватеры и т. п.); их составляют в масштабах от 1:50 000 до 1:25 000. Частные МНК представляют собой более подробные путевые карты. На них нанесены все маяки, огни и знаки, включая рейдовые и портовые, все навигационные опасности, включая малые банки и камни, все плавучие средства ограждения.

Планы необходимы для обеспечения входа в порты, гавани, бухты, на рейды и для ориентировки при передвижении в пределах этих акваторий. Их составляют в масштабах от 1:25 000 до 1:500. На планы наносят те же элементы морской обстановки, что и на частные карты. По внешнему виду план отличается от карты тем, что его рамка не разбита на градусы и минуты, а промежуточные меридианы и параллели отсутствуют. Планы издаются отдельно, но нередко их помещают в виде врезок на свободных местах путевых и частных карт.

Радионавигационные карты (РНК) представляют собой МНК с дополнительной нагрузкой в виде сеток изолиний, предназначенных для упрощения графического решения задач по определению места судна с помощью РТС судовождения. На РНК часто наносят также поправочные величины и пояснения, необходимые при определении места с помощью РНС.

На практике судоводитель обязан пользоваться картой самого крупного масштаба для данного участка моря, озера или реки.

*Специальные карты* так же, как и МНК, предназначены для графического решения задач судовождения при использовании особых технических средств или при плавании в особых условиях (например, на особо быстроходных судах).

*Вспомогательные и справочные карты* включают карты различного содержания и назначения. Состав этой группы карт по ряду причин постоянным не остается и время от времени меняется. Наиболее распространенными из вспомогательных карт являются карты-сетки для участков океанов и отдельных морей (не перекрываемых путевыми картами) без элементов специальной морской обстановки. Наиболее важными из справочных карт являются карты рекомендованных путей, гидрометеорологических элементов и грунтов, радиомаяков и радиостанций, звездного неба, часовых поясов и др. Справочные карты, объединенные общностью содержания и назначения, часто сводятся в один общий атлас, например Атлас приливо-отливных течений, Атлас течений для плавания в шхерах и т. д.

## § 21. Картографические проекции

**Математическая основа морских карт.** Картографическая проекция, масштаб, геодезическая основа и компоновка карты (ее картографическое изображение) составляют математическую основу МК.



*Картографической проекцией* называется всякий математически выраженный условный способ изображения поверхности Земли (или ее части) на плоскости.

На картографической проекции положение любой точки вполне определяется двумя ее картографическими координатами: плоскими прямоугольными  $x$  и  $y$  либо плоскими полярными  $\rho$  и  $\delta$ . Картографические координаты любой точки, изображенной в данной проекции, связаны с географическими координатами той же точки на земной поверхности определенным видом функциональной зависимости, например,

$$x = f_1(\varphi; \lambda) \text{ и } y = f_2(\varphi; \lambda). \quad (40)$$

Явный вид этих функций и определяет способ изображения земной поверхности на плоскости. Функции  $f_1$  и  $f_2$  в выражениях (40) должны быть непрерывными и однозначными: только в этом случае каждой точке картографической поверхности будет соответствовать одна и только одна, вполне определенная точка на земной поверхности, т. е. непрерывной линии перемещения некоторой точки на земной поверхности будет соответствовать непрерывная линия перемещения ее изображения на плоскости карты.

Совокупность линий, изображающих любые координатные линии (например, географические меридианы и параллели) на карте, называется картографической сеткой. Видов картографических проекций множество. Картографическую проекцию для построения морской карты выбирают в зависимости от назначения карты. Так, понятно, что путь судна, следующего постоянным курсом, легче и проще вычерчивать в виде прямой линии — локсодромии. Поэтому морские карты желательно составлять в такой проекции, на которой линия постоянного курса изображалась бы прямой линией. Далее, при следовании в море судно стремится как можно ближе держаться к выбранному пути. Однако различные внешние факторы систематически отклоняют судно от выбранного пути и требуется определять его место различными способами, большинство которых основано на измерении углов на местности между какими-либо направлениями с последующим перенесением таких углов на карту. Наносить на карту измеренные на местности углы несравненно проще в том случае, если карта построена в равноугольной проекции, и т. д.

Вне зависимости от характера картографической проекции при составлении карты всегда уменьшают действительные размеры участков земной поверхности, т. е. изображают их в определенном масштабе.

*Масштабом* называют отношение длины какой-нибудь линии на карте к длине той же линии на земной поверхности. Различают два вида масштабов: числовой и линейный. Числовой масштаб — дробь, числитель которой — единица, а знаменатель — число, показывающее, скольким единицам длины на местности равна одна единица длины на карте. Например, дробь  $1/200\,000$  означает, что одной любой единице длины на карте соответствует 200 000 таких же единиц длины на местности. Линейный масштаб указывает, какое число

более крупных единиц расстояния на местности содержится в одной более мелкой единице на карте, например, 5 миль в 1 см. Для перехода от числового масштаба к линейному знаменатель числового масштаба делят на длину морской мили, выраженную в тех единицах, к которым приводится линейный масштаб. Так, например, числовой масштаб  $1/200\,000$ , тогда линейный масштаб будет  $200\,000/(1852 \times 100) = 1,03$  мили в 1 см. Для перехода от линейного масштаба к числовому линейную длину изображения одной мили на карте делят на длину морской мили в тех же единицах, в которых длина мили дана на карте. Например, линейный масштаб 5 миль в 1 см, тогда числовой масштаб  $1/(1852 \cdot 100 \cdot 5) = 1/926\,000$ .

От масштаба зависит предельная точность, с которой можно производить измерения на карте. Так как практическая точность графических построений на карте редко превышает 0,2 мм, то под *предельной точностью масштаба карты* подразумевают расстояние на местности, соответствующее 0,2 мм на карте. Так, для карты с масштабом  $1:200\,000$  такая предельная точность будет 40 м (так как 1 мм соответствует 200 000 мм, а 0,2 мм — 40 000 мм = 4000 см = 40 м).

*Геодетическая основа* представляет собой координаты опорных пунктов, которые используют при построении данной карты; такие опорные пункты определяют географическое (плановое и высотное) положение всех точек данной карты. Высотной основой МК для показа глубин является нуль глубин (НГ). Для морей с высотами приливов менее 50 см за НГ принимается средний многолетний уровень данного моря, для морей с высотами приливов более 50 см — теоретический НГ — наименьший уровень данного моря, возможный по астрономическим условиям; для иностранных вод — НГ, указанный на исходных картографических материалах, использованных для построения карты. Перед началом пользования картой необходимо обязательно прочитать в ее заголовке о НГ.

*Картографическое изображение МК* ограничивается внутренней (градусной) рамкой карты, на некотором расстоянии от которой вычерчивают внешнюю рамку карты (рис. 52), являющуюся лишь

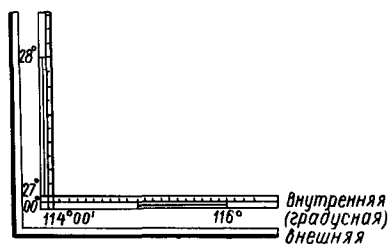


Рис. 52. Внутренняя и внешняя рамки морской навигационной карты

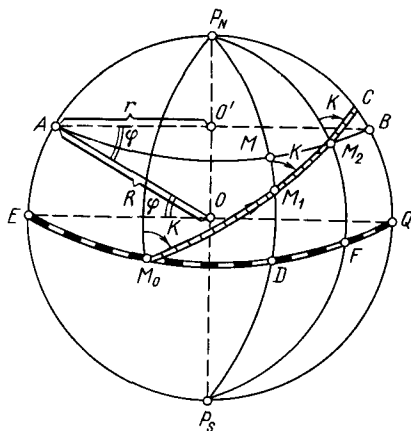


Рис. 53. Локсодромия на сфере

элементом оформления; материал карты, расположенный за внешней рамкой, называется зарамочными полями.

Нарезка МК — это ее границы, очерченные внутренней рамкой. В целях сохранения непрерывности навигационной прокладки во время плавания и удобства перехода с карты на карту соседние одномасштабные карты имеют взаимные перекрытия, называемые находами. Каждая отдельная карта охватывает определенный географический район и, несмотря на связь с соседними картами, является самостоятельным и законченным картографическим произведением. Каждой МК присваивается свой номер, называемый адмиралтейским. Номера советских МК — пятизначные: первая цифра обозначает океан; вторая — масштаб (тип) карты; третья — район (море); четвертая и пятая — порядковый номер карты в данном районе (море). Например, номер 22217 означает, что данная карта относится к северной части Атлантического океана; ее масштаб 1:200 000 — 1:300 000; Северное море; порядковый номер — 17.

**Меркаторская проекция.** Для составления МНК в поясе широт  $0-85^\circ$  применяется проекция Меркатора. Она обладает двумя важнейшими свойствами: проекция равноугольна и, таким образом, обеспечивает подобие фигур на карте и на местности; линия постоянного курса — локсодромия — изображается на карте в проекции Меркатора в виде прямой линии.

Известно, что кратчайшим расстоянием между двумя точками на поверхности земного шара является дуга большого круга — *ортодромия*, пересекающая все меридианы под разными углами. Поэтому при плавании по ортодромии приходится постоянно менять курс судна, производить трудоемкие и громоздкие вычисления. В этой связи к плаванию по ортодромии прибегают только при больших океанских переходах. Меньшие же переходы осуществляют на постоянном курсе, линия которого на поверхности земного шара представляет собой линию двоякой кривизны — локсодромию, которая пересекает все меридианы под одним и тем же углом, спиралеобразно приближаясь к земному полюсу. *Локсодромия* на рис. 53 представлена дугой  $M_0C$ ;  $M_1(\varphi_1, \lambda_1)$  и  $M_2(\varphi_2, \lambda_2)$  — две произвольные точки на локсодромии;  $K$  — угол пересечения локсодромии с земными меридианами. Из треугольника  $MM_1M_2$ , который из-за малых размеров можно считать плоским и прямоугольным при вершине  $M$ , следует, что

$$MM_2 = MM_1 \operatorname{tg} K. \quad (41)$$

В то же время, так как радиус любой параллели

$$AO' = \cos \varphi, \text{ т. е. } r = R \cos \varphi,$$

длина дуги любой параллели и дуги экватора, заключенных между одними и теми же меридианами, связана следующими соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} MM_2 &= DF \cos \varphi; \\ DF &= MM_2 \sec \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

Сравнивая выражения (41) и (42), можно записать следующее:

$$DF = MM_1 \operatorname{tg} K \sec \varphi \quad (43)$$

Обозначим  $DF = \Delta\lambda$  и  $MM_1 = \Delta\varphi$ . Тогда, переходя к дифференциалам, выражение (43) может быть переписано так:

$$d\lambda = (\operatorname{tg} K / \cos \varphi) d\varphi, \quad (44)$$

на основании чего можно записать

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\lambda = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (\operatorname{tg} K / \cos \varphi) d\varphi. \quad (45)$$

Так как  $\operatorname{tg} K$  — постоянная величина, то уравнение локсодромии на земном шаре получает следующий окончательный вид:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = [\ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_2/2) - \ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_1/2)] \operatorname{tg} K. \quad (46)$$

*Нормальная проекция Меркатора* была впервые предложена в 1569 г. голландским ученым Герардом Кремером, носившим латинизированный псевдоним — Меркатор. В этой проекции географические меридианы изображаются прямыми, параллельными друг другу линиями, перпендикулярными другой системе параллельных между собой прямых линий, изображающих географические параллели (рис. 54). Без дополнительных математических доказательств понятно, что на такой картографической сетке линия постоянного курса (локсодромия) может быть только прямой линией. Проведем такую прямую линию через произвольные точки проекции  $a$  и  $b$ , прямоуголь-

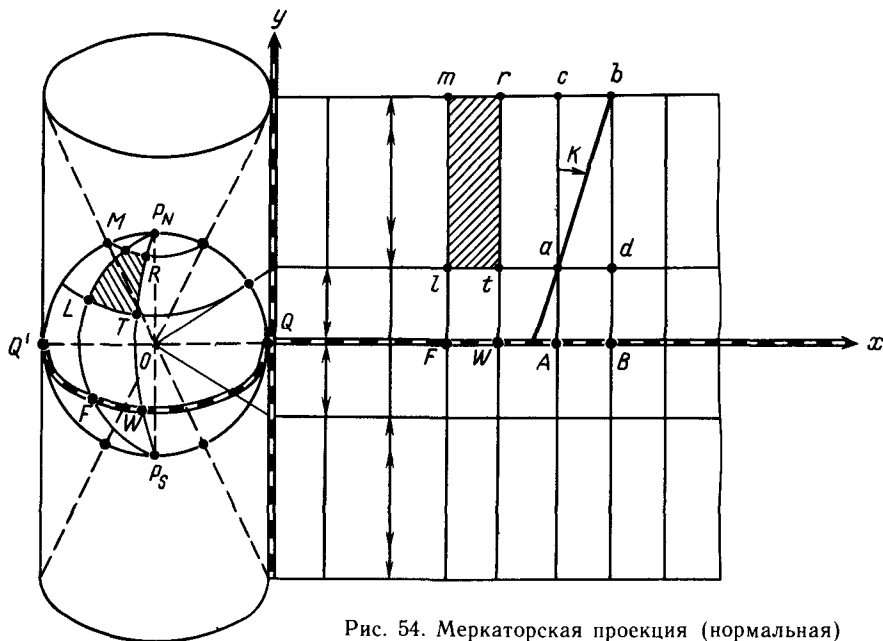


Рис. 54. Меркаторская проекция (нормальная)

ные координаты которых  $x_a, y_a$  и  $x_b, y_b$  соответственно. Если теперь предположить, что ось ординат  $oy$  совпадает с гринвичским меридианом, а ось абсцисс  $ox$  — с экватором, тогда  $x_i = R\lambda_i$ , т. е.

$$x_a = R\lambda_a \text{ и } x_b = R\lambda_b$$

или

$$x_b - x_a = R(\lambda_b - \lambda_a). \quad (47)$$

Уравнение прямой, проходящей через две точки  $a$  и  $b$ , имеет следующий вид:

$$x_b - x_a = (y_b - y_a) \operatorname{tg} K \quad (48)$$

или, учитывая выражение (47),

$$R(\lambda_b - \lambda_a) = (y_b - y_a) \operatorname{tg} K. \quad (49)$$

Применяя уравнение (46) локсодромии на земном шаре и выражение (49), можно заключить, что

$$y_b - y_a = R [\ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_b/2) - \ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_a/2)]. \quad (50)$$

Из уравнения (47) следует, что расстояние между двумя меридианами ( $x_b - x_a$ ) всегда пропорционально разности долгот этих меридианов вне зависимости от удаления меридианов от Гринвича. В то же время из уравнения (50) следует, что расстояние между двумя параллелями ( $y_b - y_a$ ) не пропорционально разности их широт, а представляет собой более сложную зависимость. Так, если предположить, что на рис. 54  $ad = cb = mr = lt$  представляют собой  $1'$  дуги разности долгот, а  $db = ac = tr = lm$  —  $1'$  дуги разности широт, то фигура  $lmrt$  (и  $acbd$ ), изображающая практически квадратный контур земной поверхности  $LMRT$  со стороной в  $1'$  дуги, квадратом на проекции не окажется, а представит собой, в общем случае, прямоугольник. Таким образом, для сохранения подобия (конформности) проекции, т. е. для сохранения «квадратного вида» фигуры  $acbd$ , необходимо  $1'$  экватора и  $1'$  дуги меридиана изображать на проекции различными по длине отрезками: первую — в виде постоянной длины; вторую — в виде переменной длины, зависящей от широты (т. е. от удаления изображаемой параллели от экватора по меридиану). Заметим, что  $1'$  дуги меридиана на земной поверхности представляет собой стандартную (постоянную) единицу измерения длин — морскую милю. Следовательно, на данной проекции морская миля будет изображаться отрезками различной длины в зависимости от широты места. Другими словами, для сохранения конформности на проекции Меркатора масштаб долгот будет постоянным, а масштаб широт — переменным.

Далее, из уравнения (50) следует, что расстояние  $y_i$  любой параллели на проекции Меркатора от экватора по меридиану определяется следующим выражением:

$$y_i = R \ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_i/2) = D_i. \quad (51)$$

Поэтому еще раз подчеркнем, что для того, чтобы меркаторская проекция была равноугольна (конформна), необходимо и достаточно

проводить изображение любой параллели на ней на расстоянии от экватора по меридиану, равно  $D_i = y_i$  и определяемом уравнением (51). При построении карты в меркаторской проекции такие расстояния удобнее измерять в постоянных для данной проекции единицах длины, т. е. в минутах дуги экватора. Величина  $D_i$ , выраженная в минутах дуги экватора или параллели, что для данной проекции одно и то же (см. рис. 54), называется *меридиональной частью* данной параллели, а разность вида

$$D_2 - D_1 = y_b - y_a = R [\ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_2/2) - \ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi_1/2)] \quad (52)$$

называется *разностью меридиональных частей*. В МТ приводятся значения меридиональных частей земного сфероид (но не шара), вычисленные по формуле

$$D = R \ln \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi/2) [(1 - e \sin \varphi)/(1 + e \sin \varphi)]^{e/2}, \quad (53)$$

где  $[(1 - e \sin \varphi)/(1 + e \sin \varphi)]^{e/2}$  — множитель, учитывающий сфероничность фигуры Земли

Итак, длина отрезка меридиана на меркаторской проекции, соответствующая 1 миле в натуре, называется *меркаторской милей*. В районе экватора такая миля изображается отрезком, вмещающим практически одну экваториальную милю; в широте  $60^\circ$  меркаторская миля изображается уже таким отрезком меридиана, который вмещает две экваториальные мили. Это обстоятельство важно помнить при практической работе на карте в меркаторской проекции: ее горизонтальную рамку используют только для отсчета долгот, а вертикальную — для отсчета широт и расстояний на карте.

Для составления некоторых справочных и вспомогательных карт используют перспективную проекцию; наиболее распространенными перспективными проекциями являются гномоническая (или центральная) и стереографическая. *Гномонические карты* — древнейшие из всех известных — обладают замечательным свойством: на таких картах дуга большого круга — ортодромия — изображается прямой линией. *Стереографическая проекция* равноугольна, однако для решения навигационных задач неудобна, так как и ортодромия, и локсодромия изображаются на ней сложными кривыми линиями. Эта про-

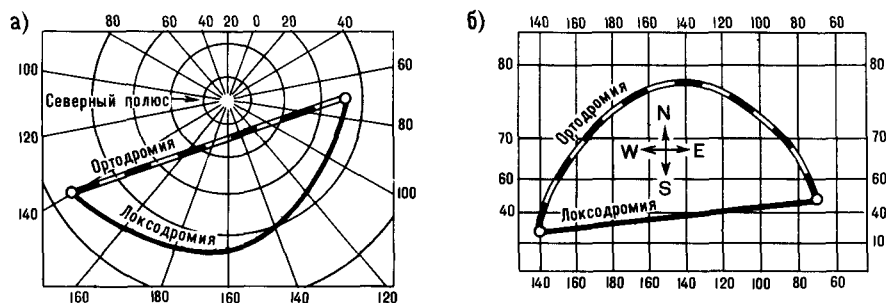


Рис 55 Ортодромия и локсодромия на гномонической (а) и меркаторской (б) проекциях

екция является одной из основных для построения справочных и обзорных карт больших территорий.

Наглядное представление об изображении ортодромии (пунктирная линия) и локсодромии (сплошная линия) на гномонической и меркаторской проекциях дает рис. 55.

## § 22. Чтение морской карты

Перед тем как пользоваться картой, судоводитель обязан ее внимательно изучить. Для этого необходимо уметь правильно разбираться во всех условных обозначениях, нанесенных на карту, т. е. уметь читать карту. На советские МК все объекты нанесены условными знаками, грунты — сокращенными надписями, согласно помещенным в книге «Условные знаки морских карт и карт внутренних водных путей», изданной ГУНиО МО СССР в 1985 г. Некоторые извлечения из этой книги приведены в *приложении 4*.

После общего ознакомления с картой по ее заголовку и надписям (примечания, предостережения и т. п.) следует изучить навигационно-географические данные района, изображенного на ней. Большим облегчением для чтения карты являются наносимые на них характеристики грунтов и изобаты (линии равных глубин), позволяющие судить о качестве и рельефе морского дна. Плавный рельеф, отсутствие банок и островов благоприятны для судовождения. Сложный рельеф, характеризующийся скачками глубин, наличием банок и островов, опасен и требует предосторожностей, так как при таком положении можно встретить какие угодно малые глубины, не обнаруженные промером. Белое пятно на карте указывает на то, что в этих местах глубины никогда не измерялись. Магнитное склонение для данного района указывают на картах с точностью до  $0,25^\circ$ . Сведения о годовом изменении склонения и эпохе, к которой оно относится, помещают в заголовке карты. Места магнитных аномалий замыкают сплошными или пунктирными линиями; значение магнитного склонения в районе магнитной аномалии отмечают звездочкой. Течения на МК показывают стрелками; скорость течения с точностью до 0,25 уз пишется над стрелкой.

Объекты, для которых не предусмотрено условных обозначений в указанном выше документе, изображают специально установленными для них условными знаками, помещаемыми под заголовком карты.

МК составляют на основании гидрографических работ. Проведение описи и время составления указывают на каждой карте под рамкой в правом нижнем углу. Эти даты служат основным критерием для оценки достоинства карты. Естественно, лучше пользоваться картой, составленной по материалам более поздних гидрографических работ. Важным критерием для оценки достоинства карты является также ее масштаб, от которого зависят число наносимых на карту деталей, подробности промеров и рельефа морского дна. Учитывая, что с уменьшением масштаба число элементов, наносимых на карты,

неизбежно уменьшается и карты становятся все менее подробными, следует применять карты наиболее крупного масштаба. Важно иметь в виду также то, что сведения о глубинах должны быть настолько полными, чтобы можно было получить ясную картину рельефа дна в описываемом данной МНК районе.

МНК, являясь исключительно ценными и наполненными всевозможной информацией пособиями для плавания, имеют все же ограниченные возможности в передаче действительности. Так, даже самые современные условные знаки не в состоянии дать полного представления, например, о климатических особенностях района, о влиянии различного рода гидрометеорологических факторов и многое другое. Невозможно также на МНК передать сведения о режимах работы РНС, правилах плавания и стоянки судов в портах, порядке производства ремонта, возможностях пополнения запасов и т. д. Часть такой информации воспроизводится на специальных справочных и вспомогательных картах, но все сведения, отсутствующие на МК, можно найти лишь в специальных книгах — руководствах для плавания, описанию которых посвящена гл. 11.

В том случае, если между картой и каким-либо руководством для плавания существует расхождение в навигационной информации, то за основу принимают данные карты самого крупного масштаба.

## **§ 23. Руководства и пособия для плавания**

*Морские навигационные пособия* — официальные издания для мореплавателей, содержащие текстовые описания и сведения, приведенные в виде таблиц, о характере и величине различных элементов, недостаточно хорошо изображенных или вовсе не нанесенных на МК, используемые как дополнение к ним. Сведения, помещаемые в таких изданиях, публикуют обычно в виде книг, которые делят на два вида — навигационные и промысловые; последние имеют применение исключительно на промысловых судах. Навигационные же книги делят также на две основные группы — морские навигационные пособия (МНП) и морские навигационные руководства для плавания (МНР).

МНП — это официальные издания для мореплавателей, содержащие различного рода справочные данные, например: Океанские пути мира; Международные правила для предупреждения столкновений судов в море (МППСС-72); Международный свод сигналов (МСС); Общие правила морских торговых и рыбных портов; Обязательные постановления по морским портам; Сборник международных соглашений и законодательных актов СССР по вопросам мореплавания; Таблицы ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств; Условные знаки морских карт и карт внутренних водных путей; Общие положения об установлении путей движения судов; Наставления гидрометеорологическим станциям и постам; Таблицы расстояний между портами; Вычислительные пособия



(Мореходные таблицы — МТ, Морской Астрономический Ежегодник — МАЕ, Таблицы приливов — ТП и др.).

*Морские навигационные руководства* (МНР) — официальные издания для мореплавателей, в содержание которых входят правила, наставления и указания либо рекомендации навигационного или правового характера, невыполнение которых возлагает на мореплавателя ответственность за возможные последствия.

По своему значению МНР стоят в одном ряду с картами. Помещаемые в МНР сведения не должны дублировать информацию, даваемую морскими картами, но такие сведения не должны и противоречить ей; напротив, они должны дополнять друг друга и составлять единое целое. Именно поэтому МНР и морские карты, дополняя и поясняя друг друга, всегда используются совместно. МНР делаются на общие и специальные.

**Общие МНР для плавания.** К ним относятся лоции и дополнения к ним; описания огней и знаков; описания радиотехнических средств навигационного оборудования; расписания радиопередач для мореплавателей; правила плавания; описания маршрутов; гидрометеорологические атласы и таблицы; каталоги карт и книг. Все они являются официальными документами; каждому из них присвоен свой адмиралтейский номер. Ниже приведена краткая характеристика нескольких таких общих МНР.

*Лоции и дополнения к ним.* Лоции подробно описывают отдельные части океанов и морей с их прибрежными районами. Они занимают основное место среди руководств для плавания. Назначение лоции — ознакомить мореплавателя с условиями плавания в описываемом районе, помочь ему опознать тот или иной географический пункт на местности, дать указание в выборе курсов и привести другие сведения, которых нет на картах и в описаниях СНО. Лоции дополняют и поясняют морские карты. Каждая лоция (книга) охватывает определенный водный бассейн: она содержит материал для решения навигационных задач, имеющих характер подготовки к переходу. Все сведения в лоции приведены к определенной дате для упрощения последующей корректуры и поддержания на уровне современности по Дополнениям к лоции и по Извещениям мореплавателям. Лоции иллюстрируются фотографиями и зарисовками берегов и приметных мест, облегчающими ориентировку при подходах к берегам. Лоция может быть сброшюрована в одну или несколько книг установленного формата; для каждого моря установлен определенный цвет обложки или переплета. Каждая книга лоции содержит лист для учета корректуры, важное предупреждение о запретах в районах, циркулярное указание начальника ГУНиО МО СССР, обращение к мореплавателям, общие замечания, оглавление, репродукции сборных листов для районов, описанных в лоции, общий обзор, гидрометеорологический очерк, правила плавания, навигационное описание, указания для выбора генеральных курсов, справочный отдел, алфавитный указатель. В конце книги помещены чистые листы для заметок по корректуре.

По мере накопления новых сведений или изменений для какого-либо района (если их недостаточно для полного переиздания лоции)

издают Дополнения к лоциям. Каждое новое Дополнение включает материал предшествующего, которое утрачивает свое значение.

*Руководство «Огни и знаки» («Огни»)*. Издается на советские, а в отдельных случаях и на иностранные воды. Оно содержит сведения о всех штатных СНО, за исключением вех (описания буюв и вех следует искать в лоциях). Под «огнями» понимают маяки, плавучие маяки, аэромаяки, светящие огни, огни, плавучие огни и светящие буйи. Под «знаками» понимают несветящие буйи. На иностранные воды издаются руководства под названием «Огни». Временно действующие СНО в таких руководствах не приводятся. Каждая книга охватывает определенный бассейн или страну; все СНО в ней описываются в последовательности, принятой в соответствующей лоции.

Интересующий судоводителя огонь или знак отыскивается в алфавитном указателе руководства; таким образом определяется номер, присвоенный в данном руководстве искомому огню или знаку. Далее по номеру отыскивается та страница, на которой в руководстве приведено полное описание такого огня или знака.

*Руководство «Радиотехнические средства навигационного оборудования»*. Издается на советские и иностранные воды; оно содержит сведения о морских радиомаяках и радионавигационных системах, прибрежных аэро radiомаяках и радиопеленгаторных станциях. Последовательность описания РТСНО в таких руководствах совпадает с их описанием в соответствующих лоциях. Каждое руководство содержит шесть отделов: Отдел I. Радионавигационные системы («Декка», «Лоран-А», «Лоран-С»); Отдел II. Секторные радиомаяки дальнего действия («Консол», ВРМ-5 и др.); Отдел III. Морские радиомаяки и аэро radiомаяки; Отдел IV. Радиостанции, работающие по запросу для радиопеленгования; Отдел V. Океанские суда службы погоды; Отдел VI. Радиопеленгаторные станции. Кроме вводных документов, в конце каждой книги приводятся вспомогательные таблицы (ортодромических поправок и др.), приложения (схемы расположения РТСНО по отдельным районам, их распределение по частотам и др.), а также алфавитный указатель.

*«Расписания радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей» и «Расписание факсимильных гидрометеорологических радиопередач»*. При наличии исходных материалов иллюстрируются схемами районов обслуживания радиостанциями. Описание радиостанций дается в алфавитном порядке их названий. По мере накопления корректурного материала к расписаниям передач издаются дополнения, в которых сведения предыдущих дополнений не дублируются.

**Специальные МНР для плавания.** К ним относятся навигационно-гидрографические обзоры; описания отдельных маршрутов; руководства для заходов в отдельные порты; атласы гидрометеорологических условий плавания; описания запретных для плавания районов; правила плавания; инструкции; наставления и др. Эти книги также являются официальными руководствами, имеющими свой адмиралтейский номер. Ниже дана краткая характеристика нескольких специальных МНР.

*Навигационно-гидрографические обзоры.* Характеризуют отдельные крупные водные бассейны в навигационно-гидрографическом и гидрометеорологическом отношениях; в книгу обычно включают также и справочный отдел.

*Радиолокационные описания маршрутов.* Широкое распространение радиолокационных станций на судах вызвало необходимость оборудования берегов пассивными и активными отражателями, а также издание радиолокационных карт, альбомов и других специальных пособий. Одним из таких пособий является маршрутное радиолокационное описание, в котором приводятся сведения об условиях радиолокационной ориентировки и фотографии с экранов РЛС изображений различных районов побережья. В настоящее время изданы радиолокационные описания нескольких наиболее часто используемых судами маршрутов: Черное море — Дальний Восток; Черное море — Балтика и др.

*Руководства для заходов судов в советские порты.* Издаются ГУНиО МО СССР в виде самостоятельных книг, представляют собой навигационные пособия, вводные документы которых аналогичны вводным документам лоций. Навигационное же описание руководства состоит из нескольких глав, каждая из которых посвящена определенному порту, проливу или подходам к ним. Включенное в руководство описание радиомаяков представляет собой выдержки из соответствующих описаний РТСНО по отдельному району, составляющему предмет описания в данном руководстве. Алфавитный указатель руководства составлен точно так же, как в лоции.

*Морской Атлас.* Первый том Атласа — навигационно-географический; второй — физико-географический. Морской Атлас — фундаментальное картографическое руководство и ценный справочник.

## **§ 24. Пользование картами и Руководствами для плавания**

**Судовая коллекция карт и книг.** Для обеспечения судовождения на каждом морском судне должен постоянно находиться определенный запас МК, руководств и пособий для плавания. Состав такого запаса определяет служба мореплавания пароходства с учетом типа судна, плана перевозок, закрепления судна на той или иной судходной линии, а также возможных вариантов изменения района плавания. Капитан имеет право дополнить этот запас по своему усмотрению.

Состав карт и руководств для плавания, охватывающий определенный географический район, называют *комплект*. Такие комплекты, составленные и утвержденные службой мореплавания, облегчают процедуру заказа карт и пособий по радио, при переписке, а также ускоряют процесс их подбора для предстоящего плавания и упорядочивают их корректуры.

Комплекты карт и руководств для плавания, включенные службой мореплавания в перечень обязательных для данного судна, составляют *судовую коллекцию*. В нее входят навигационные, вспомогательные и справочные карты, руководства и пособия для плавания, корректурные документы.

Согласно Уставу службы на судах Министерства морского флота Союза ССР ответственность за надлежащую комплектацию судовой коллекции навигационных пособий возложена на капитана судна. Ведение учета судовой коллекции, ее сохранность и поддержание на уровне современности определены в качестве основной обязанности третьего помощника капитана, а повседневный контроль за состоянием корректуры возложен на старшего помощника капитана.

Судно получает навигационные пособия по составленной третьим помощником и подписанной капитаном заявке установленной формы в береговой электрорадионавигационной камере (БЭРНК) пароходства. Суда, находящиеся в эксплуатации, заявку подают в порту письменно, а с моря — по радио.

В последнее время введена практика снабжения судов картами и руководствами для плавания по беззаявочной системе в соответствии с разработанными службой мореплавания пароходства комплектами.

Весь судовой комплект карт и руководств для плавания является документом строгой отчетности; пользование картами и пособиями разрешается только лицам, имеющим прямое непосредственное отношение к этим документам, без выноса их из специальных служебных помещений. Учет карт и книг на судне ведется в Каталоге карт и книг.

Передача карт и книг с одного судна Минморфлота на другое производится во всех случаях по усмотрению капитана судна, передающего пособия, с предварительного разрешения начальника службы мореплавания. Списание карт и книг, их прием и сдача при смене штурманского состава производится в соответствии со специальной служебной инструкцией.

**Каталог карт и книг (ККК).** Основным документом по систематизации всех навигационных пособий является ККК. Такие каталоги выпускаются гидрографическими учреждениями ряда морских стран. Советский ККК состоит из восьми частей. Первые семь включают морские карты и книги, предназначенные для обеспечения мореплавания; восьмая содержит специальные издания, не находящие широкого применения на транспортных и промысловых судах. Кроме полного варианта, издается сокращенный Каталог, систематизирующий карты и книги на советские районы, открытые для захода иностранных судов.

Каждая часть ККК предназначена для определенного географического района Мирового океана и содержит:

обложку с указанием номера части ККК и района Мирового океана, охватываемого данной частью, и титульный лист, повторяющий надпись на обложке;

нарезку частей Като́лога, которая помещается на обратной стороне титульного листа; она представляет собой мелкомасштабную карту мира, разделенную на семь крупных районов, каждый из которых описывается картами и руководствами для плавания, включенными в одну из семи частей Като́лога; границы таких районов напечатаны на карте «Нарезка частей Като́лога» черными линиями; внутри каждого из районов черным цветом даны надписи (например, часть III или часть IV); перед пользованием ККК с помощью карты нарезки его частей (одинаковой в любой из семи его частей) устанавливают, какой именно частью (или частями) надо пользоваться;

лист для учета корректуры, содержащий три колонки: номера «Извещений мореплавателям», по которым произведены исправления; дата, на которую откорректирован Каталог; подпись исполнителя;

предисловие, дающее краткое описание Като́лога;

содержание, указывающее страницы расположения в Каталоге основных подразделений;

номерной указатель карт любой части Като́лога, который представляет собой форму следующего вида:

| № карты | Море или район, к которому принадлежит карта | Страница | Судовая коллекция |               |                |               |
|---------|----------------------------------------------|----------|-------------------|---------------|----------------|---------------|
|         |                                              |          | Год печати        | Судовой номер | Дата получения | Дата списания |
|         |                                              |          |                   |               |                |               |

Таким образом, номерные указатели частей Като́лога, кроме указательных функций, выполняют также роль реестра карт судовой коллекции.

Рассмотрим подробнее содержание сокращенного ККК.

«Карты» — первый раздел Като́лога — содержит два отдела — «Навигационные карты» и «Справочные, вспомогательные карты и номограммы».

Отдел I — «Навигационные карты» — предваряется специальным указателем «Сборный лист сборных листов», представляющим собой мелкомасштабную карту того района Мирового океана, который включен в данную часть Като́лога; такой район разбивают на несколько участков, каждый из которых описывается определенным комплектом карт, называемых коллекцией (секцией); границы коллекций показаны на карте «Сборный лист сборных листов» оцифрованными прямоугольниками черного цвета, например IV-43, III-12 и т. п.: римская цифра означает номер части, арабская — номер коллекции. С помощью такого указателя нетрудно установить число коллекций, включенных в Отдел I. Однако главным назначением этого указателя является отбор только тех, которые потребуются в предстоящем плавании судна. Для этого на «Сборный лист сборных

листов» карандашом наносят точки отхода и прихода и соединяют их прямой или ломаной линией приближенного маршрута следования: все коллекции (оцифрованные прямоугольники), границы нарезки которых пересекаются маршрутной линией (линиями), считаются необходимыми для обеспечения предстоящего плавания, а их номера выписываются. На рис. 56 показана северо-восточная часть «Сборного листа сборных листов» ч. IV Каталога, откуда видно, что на переходе от Гибралтарского пролива до порта Фуншал (о. Мадейра) необходимо будет воспользоваться следующими коллекциями карт этой части IV: IV-4, IV-6, IV-53, IV-54, IV-55.

Число коллекций в Отделе I каждой части Каталога различно. Первая коллекция (иногда несколько первых) отведена для генеральных карт; остальные коллекции — для путевых, частных карт и планов. Однако каждая коллекция устроена одинаково и состоит из указателя «Сборный лист коллекции», размещаемого на четной странице Отдела I, и текста к нему — на нечетной странице.

«Сборный лист коллекции» представляет собой также мелко-масштабную карту определенного географического участка, с помощью которой нетрудно выписать адмиралтейские номера всех карт, необходимых во время плавания в водах этого участка.

В подавляющем большинстве случаев судну нужны не все карты, нарезка которых расположена в пределах сборного листа той или иной коллекции, а только те из них, через которые пролегает трасса избранного пути судна, с учетом возможных отклонений от нее по тем или иным причинам, включая уклонения судна от возможных навигационных опасностей, заходы его в порты-убежища или посещение попутных портов. Поэтому на сборном листе коллекции также

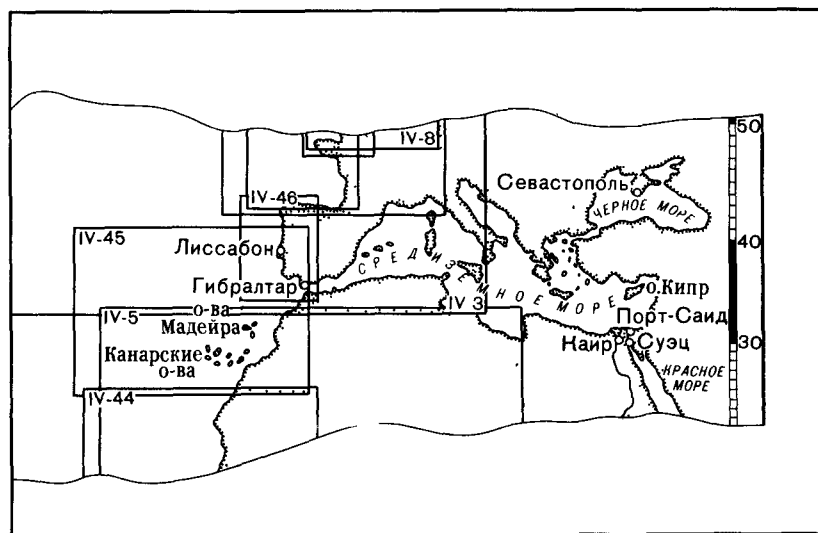


Рис 56 Каталог карт и книг сборный лист сборных листов



кроме разъясняющих данных, дополнена колонками, позволяющими использовать ее в качестве алфавитного указателя и судового реестра по каждому из руководств для плавания в отдельности:

| Адмирал-тейский номер | Название книги | Год издания | Цена | Судовая коллекция       |                |               | Примечание |
|-----------------------|----------------|-------------|------|-------------------------|----------------|---------------|------------|
|                       |                |             |      | Дата судовой корректуры | Дата получения | Дата списания |            |
|                       |                |             |      |                         |                |               |            |

**Корректурa карт и руководств для плавания.** Изображенные на МНК и в руководствах для плавания элементы местности не остаются неизменными; береговая линия и рельеф морского дна изменяются; дельты рек перемещаются; появляются новые искусственные сооружения, прокладываются новые каналы и фарватеры, производятся дноуглубительные работы; изменяется оборудование морских путей и т. д. Все это требует систематического исправления содержания карт и книг. Несоответствие содержания навигационных пособий действительной обстановке на местности приводит к грубым навигационным ошибкам, а порой — к авариям.

Поддержание навигационных пособий на уровне современности называется *корректурой пособий*. Документами для производства корректуры — *корректируемыми документами* являются: Извещения мореплавателям (печатные); дополнения к лотциям и другим руководствам для плавания; сводные корректуры к руководствам для плавания. Особое место среди корректируемых документов занимает выпуск № 1 Извещений мореплавателям, в котором публикуются постоянно действующие правила и положения о плавании в советских водах.

Данные об изменениях навигационной обстановки, которые необходимо срочно довести до сведения мореплавателей до получения ими печатных извещений мореплавателям (ИМ), передаются по радио. В последующем эти сведения дублируются в печатных ИМ, если к моменту выпуска последних изменений не произошло.

По своему характеру и срокам передачи навигационные предупреждения подразделяются на внеочередные оповещения об опасностях для мореплавания и передачи по расписанию, осуществляемые в рамках Всемирной службы навигационных предупреждений (ВСНП), предназначенной для координации таких передач. ВСНП передает три вида навигационных предупреждений — районные, прибрежные и местные.

Весь Мировой океан разделен на 16 географических районов, каждый из которых обслуживается районным координатором — страной, которая взяла на себя обязанности сбора информации по району и передачи ее мореплавателям через свою радиостанцию в виде районного предупреждения, получившего название НАВАРЕА



(NAVAREA). Такой вид информации представляет собой радионавигационное предупреждение дальнего радиуса действия, обеспечивающего безопасность плавания на основных судоходных трассах, пролегающих через данный район Мирового океана.

Каждый из вышеупомянутых районов разделяют на несколько регионов обычно по числу прибрежных государств. *Регионом* называется часть района, в котором одно государство приняло на себя ответственность за сбор информации по всей акватории своего региона и передачу ее в адрес соответствующего районного координатора. Такое государство объявляют национальным координатором, который через свою радиостанцию передает всем судам, плавающим в регионе, прибрежные предупреждения ПРИП (Coastal Warnings).

Местные предупреждения (Local Warnings) — предусмотренные ВСНП предупреждения, относящиеся только к ограниченному району, находящемуся в пределах юрисдикции портовых властей. Эти предупреждения дополняют систему ПРИП подробной информацией, которая обычно не требуется судам, находящимся в открытом море.

НАВАРЕА передаются на английском языке, при этом используется по возможности стандартный морской навигационный словарь. В случае необходимости они могут также повторяться на одном или нескольких официальных языках ООН. ПРИП передаются на английском и национальном языках; местные предупреждения — только на национальном языке.

В помощь советским мореплавателям СССР обеспечивает их дополнительными обобщенными навигационными предупреждениями НАВИП и гидрометеорологическими сообщениями МЕТЕО на русском языке по тем же 16 районам, по которым передаются на английском языке НАВАРЕА.

Постоянный систематический контроль за поддержанием судовой коллекции карт и книг на уровне современности осуществляет капитан судна, периодически — главный штурман и капитаны-наставники службы мореплавания пароходства, а также представители портнадзора и инспектирующие лица других контролирующих безопасность мореплавания инстанций.

§ 25. Основные задачи, решаемые на морской карте (МК)

**Прокладочный инструмент.** Навигационный транспортир (рис. 58, а) служит для построения и измерения углов и представляет собой градуированный полукруг  $abc$  с линейкой  $ac$ . Центр этого полукруга находится в точке  $O$ . К нижнему краю транспортира прикреплена планка  $d$ . Цена деления транспортира равна  $1^\circ$ . У исправного транспортира деления должны быть одинаковой величины, срезы линейки параллельны друг другу; градуированная часть круга должна быть дугой круга, а центральный штрих (точка  $O$ ) — совпадать с центром этой дуги.

**Параллельная линейка** (рис. 58, б) служит для проведения на карте прямых линий, параллельных заданному направлению. Линейки соединены двумя тягами, которые крепятся к ним шарнирами. У исправной параллельной линейки каждая из ее частей (половинок) должна иметь строго параллельные и прямолинейные внешние и внутренние срезы.

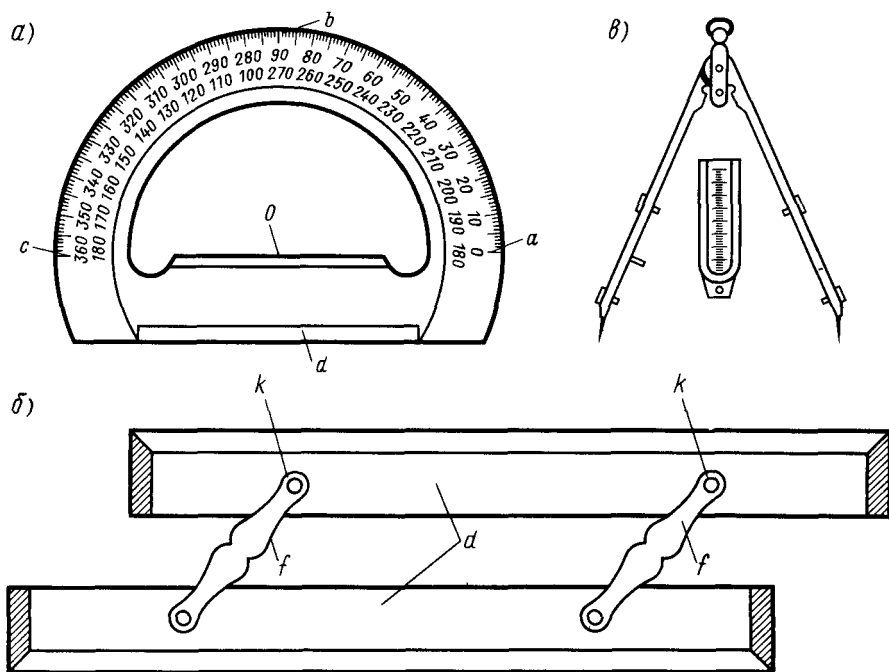


Рис. 58. Прокладочный инструмент:  
а — транспортир, б — параллельная линейка; в — измеритель

*Измеритель* (рис. 58, в) служит для измерения и откладывания на МК расстояний. Ножки исправного измерителя, сдвинутые вместе, должны давать на карте один укол размером не более 0,2 мм, соответствующим предельной точности масштаба.

Ниже рассмотрены основные задачи, встречающиеся при ведении прокладки. Выполняя эту работу, следует строго руководствоваться правилами записи в навигационных документах, изложенными в специальных руководствах\*.

**Снятие с карты координат данной точки.** Поставив в заданную точку ножку измерителя, подбирают такой раcтвор последнего, чтобы вторая ножка описала дугу, касательную к ближайшей параллели на карте. Сохраняя раcтвор измерителя, переносят его на вертикальную рамку карты (левую или правую): одну ножку измерителя ставят на параллель, к которой производилось касание, а другой отмечают на шкале вертикальной рамки отсчет, соответствующий широте заданной точки.

Долготу точки снимают с карты так же, но все действия производят относительно меридиана, а отсчет берут по горизонтальной шкале карты.

**Нанесение на карту точки по заданным координатам.** На вертикальной рамке карты карандашом отмечают место, соответствующее широте заданной точки, а на горизонтальной — место, соответствующее ее долготе. Параллельной линейкой через отмеченные на шкалах местах карандашом проводят параллель и меридиан: их пересечение определяет место заданной точки на карте.

Ориентировка линейки производится по нанесенным на карту промежуточным параллелям и меридианам, ближайшим к заданной точке.

**Измерение расстояния на карте между двумя точками.** Расстояния обычно снимают при помощи измерителя, раcтвор ножек помещается между соответствующими точками. Затем измеритель прикладывают к вертикальной рамке карты в той широте, в которой расположен измеряемый отрезок. Это необходимо делать потому, что длина меркаторской мили изменяется с изменением широты.

**Прокладка направления (ИК или ИП) от заданной точки.** Транспортир накладывают на меридиан карты, ближайший к заданной точке, таким образом, чтобы центральный штрих транспортира и деление на его градуированной дуге, соответствующее заданному направлению, совпали с нанесенным на карту промежуточным меридианом. Приложив к планке транспортира параллельную линейку и не изменяя ее направления, переводят одну из половинок линейки к заданной точке на карте. Затем через эту точку проводят прямую линию, которая представляет собой заданное направление на карте в данной точке. На градуированной дуге транспортира одним и тем же штрихом отмечены два взаимно противоположных направления.

---

\* Наставление по организации штурманской службы на судах Министерства морского флота Союза ССР. М.: ЦРИА «Морфлот», 1982. 98 с.

Поэтому сторону направления определяют по четверти горизонта, в которой такое направление располагается

**Определение направления линии, проложенной на карте** Совмещают параллельную линейку с проложенной на карте линией и прикладывают к линейке транспортир. Затем транспортир двигают вдоль среза линейки до тех пор, пока центральный штрих не совпадет с одним из меридианов, проведенных на карте. Иногда для этого бывает необходимо несколько раздвинуть половинки параллельной линейки. При совпадении центрального штриха транспортира с изображением меридиана на карте отсчет на градуированной дуге транспортира против изображения этого меридиана укажет заданное направление (и противоположное ему)

**Перенесение точки с одной карты на другую** На первой карте выбирают какой-либо ориентир, расположенный по возможности ближе к заданной точке и отмеченный на другой карте. Далее на первой карте снимают направление от выбранного ориентира на заданную точку и измеряют расстояние между этой точкой и ориентиром. Для получения места заданной точки на второй карте достаточно от выбранного (общего для обеих карт) ориентира провести линию направления, снятого с первой карты, и по этому направлению отложить от ориентира в масштабе второй карты расстояние от ориентира до переносимой точки, измеренное по первой карте.

**Снятие широты и долготы точки на плане** Некоторые планы вместо координатной рамки имеют в заголовке точные географические координаты какого-либо основного пункта, отмеченного на плане. В этом случае координаты заданной точки плана снимают следующим образом. Через заданную точку карандашом проводят ее меридиан и продолжают его до пересечения с изображением параллели основного пункта. Далее, по проведенному меридиану измеряют расстояние от параллели заданной точки до параллели основного пункта плана и сравнивают это расстояние с линейным масштабом плана по широте. Затем определяют разность широт (РШ) заданной точки и основного пункта плана. По определенной таким образом РШ вычисляют широту заданной точки.

Для определения долготы заданной точки через нее проводят карандашом ее параллель до пересечения с изображением меридиана основного пункта плана. По проведенной параллели измеряют расстояние от меридиана заданной точки до меридиана основного пункта плана, сравнивают это расстояние с линейным масштабом плана по долготе и определяют разность долгот (РД) заданной точки и основного пункта. По определенной таким образом РД вычисляют долготу заданной точки. Если на плане имеется только широтный масштаб, для получения долготы заданной точки, пользуясь этим масштабом, измеряют отрезок параллели между меридианами заданной точки и основного пункта плана. Затем по измеренному расстоянию (как по отшествию) следует выбрать РД из МТ.

## § 26. Общие сведения о прокладке

После получения рейсового задания на судне производят так называемую проработку маршрута. Она заключается в подробном изучении района предстоящего перехода по приведенным на уровень современности картам и Руководствам для плавания. Руководствуясь результатами такого изучения и выбрав наивыгоднейший путь (см § 48), судоводитель наносит его на подобранные с помощью Каталога карт и книг карты, т. е. производит предварительную прокладку пути судна. Техника выполнения такой прокладки довольно проста. Подбирают по возможности такую мелкомасштабную карту, на которой располагаются пункт отхода *A* и пункт прихода *B* (рис 59). Далее, недалеко от начального пункта *A* намечают исходную начальную точку *a*, обстановка в которой позволяет определить место судна одним из навигационных способов, аналогичную конечную точку *b* отмечают вблизи порта назначения. Нанесенные на карту начальную и конечную точки пути соединяют прямой или ломаной линией, руководствуясь тем, что путь должен быть наивыгоднейшим. Если переход включает океанское плавание, то руководствуются методикой выбора (прокладки) пути в открытом море (см гл 8), для случая

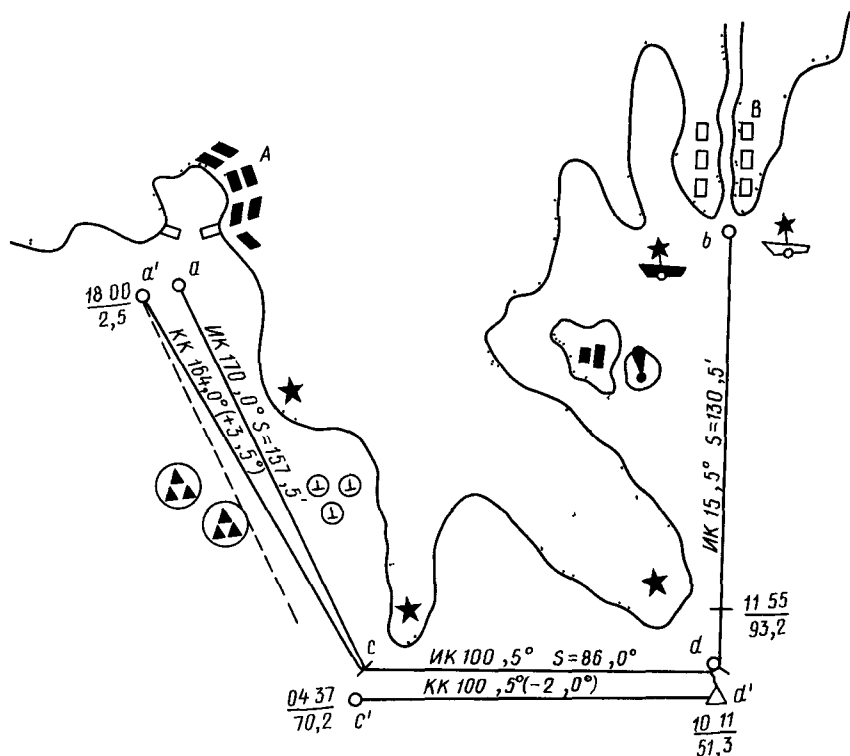


Рис 59 Предварительная прокладка

прибрежного плавания используют наставления или рекомендации для плавания, помещенные в лощиях соответствующих морей.

Чаше всего картой, на которой одновременно находятся пункты отхода и прихода, оказывается карта мелкого масштаба, не обеспечивающая безопасного мореплавания из-за отсутствия на ней необходимых подробностей об условиях предстоящего плавания. В этом случае проложенный на генеральной карте путь разбивают на ряд участков, которые полностью и подробно отражены на путевых или частных картах, составленных в более крупных масштабах. Далее для каждого из участков снимают с мелкомасштабной (генеральной) карты координаты начала и конца каждого из участков пути, а затем по этим координатам такие участки переносят на соответствующие карты более крупного масштаба. Нередко такая карта, на которой одновременно располагаются пункты отхода и прихода, отсутствует вовсе. В этом случае на карте, на которой располагается пункт отхода, отмечают промежуточную точку пути, расположенную также и на другой карте, изображающей пункт прихода.

Намечая путь судна, рекомендуется предусматривать возможно меньшее число поворотов, так как это потребует дополнительных определений места судна в моменты смены курсов в точках поворотов.

После нанесения выбранного пути судна на карту (карты) на каждой линии курса пишут число градусов и число миль плавания данным курсом — ИК и С.

Заканчивая предварительную прокладку, по ИК рассчитывают соответствующие им КК и  $\Delta$ МК; измерив плавание судна по каждому отдельному участку пути, подсчитывают число миль всего перехода.

Если время выхода в море заранее известно, то для районов с приливами производится предварительный расчет высот вод в отдельных пунктах выбранного маршрута. Значительно лучше, когда время выхода в море основывается на соображениях, связанных с расчетами по предварительной прокладке. В этом случае становится ясным, в какое время суток наиболее удобно проходить опасные места, когда лучше подходить к пункту назначения или к месту якорной стоянки и т. п.

Из-за несовершенства мореходных инструментов, влияния гидрометеорологических условий и других обстоятельств судно не будет точно следовать по курсам предварительной прокладки, которая дает только общее представление об условиях плавания. Тем не менее предварительная прокладка облегчает работу судоводителя во время перехода судна. Она правильно информирует судоводителя о порядке его работы в рейсе и освобождает от необходимости выполнять часть расчетов, которые отвлекали бы его внимание от наблюдений за безопасностью судна во время рейса.

На переходе ведут *исполнительную прокладку* на карте самого крупного масштаба для данного района. Под такой прокладкой понимают всю совокупность графической работы, выполняемой на карте для обеспечения безопасности судовождения, т. е. прокладку истинных курсов и навигационных определений места судна. Во время ведения исполнительной прокладки происходит окончательный

выбор курсов, их уточнение в связи с конкретной обстановкой в момент прохождения того или иного участка пути. Задачей штурмана является стремление возможно ближе придерживаться выбранного им при предварительной прокладке маршрута.

Выйдя из порта и определив место судна, например в точке  $a'$  (см. рис. 59), судно должно было ложиться на заранее рассчитанный курс ( $ИК = 170,0^\circ$ , т. е.  $КК = 166,5^\circ$  при  $\Delta МК = +3,5^\circ$ ) и следовать этим курсом до момента прихода в первую точку поворота. Однако заранее рассчитанная и действительная исходные точки  $a$  и  $a'$  существенно расходятся. Поэтому если судно будет идти в дальнейшем намеченным предварительной прокладкой курсом, то оно слишком близко пройдет от опасности, лежащей справа по ходу судна (пунктирная линия на рис. 59). В подобном случае курс судна изменяют так, чтобы выйти на предварительно намеченную линию  $ac$  либо выйти в точку поворота с измененным, но также безопасным курсом  $a's$ . Дальнейшее следование по намеченному пути контролируют счислением пути судна.

*Счисление пути судна* — учет движения судна с целью нанесения места судна на карту или вычисления его текущих координат. Элементами, по которым ведется счисление, являются: время, истинный курс и скорость судна (или пройденное им расстояние), дрейф, направление и скорость течения. Счисление может быть графическим, при котором движение судна учитывается путем графических построений на карте, и аналитическим, при котором движение судна учитывается последовательным вычислением координат текущего места. Графическое и аналитическое счисления могут выполняться вручную и автоматически.

## § 27. Графическое счисление пути

В момент определения начальной точки  $a'$  (см. рис. 59) замечают время по судовым часам (до 1 мин) и показания счетчика лага (до 0,1 мили). Начальную точку  $a'$  обводят кружком и около нее на свободном месте делают надпись в виде дроби: числитель — время, знаменатель — показания лага, т. е.  $18.00/2,5$ . Если обсервованная точка  $a'$  достаточно близка к начальной  $a$ , то от точки  $a'$  прокладывают линию первого курса в виде прямой линии, параллельной линии  $ac$ . После этого линию  $ac$  стирают с карты, а над вновь проведенной линией надписывают число градусов компасного курса и рядом в скобках — рассчитанную для этого курса общую поправку компаса  $\Delta МК$ , чтобы всегда можно было установить, по какому курсу правили. Если же обсервованная точка  $a'$  удалена от точки  $a$  настолько, что линия пути судна проходит близко к опасностям (пунктир на рис. 59), тогда новый курс прокладывают так, как это было показано на предварительной прокладке.

На линии пути ежечасно отмечают счислимые места судна. Для этого расстояние, пройденное судном за 1 ч, в масштабе карты откладывают измерителем на пути судна от начальной точки. В отмечен-

ном измерителем месте делают засечку в виде короткой прямой линии, перпендикулярной линии пути, а также надпись времени и показания лага.

Если судну необходимо изменить направление движения, то в момент смены курса вновь замечают время и отсчет лага. Рассчитав совершенное от последней точки плавание, откладывают его по линии пути, отмечают точку поворота с записью в виде дроби 04.37/70,2 и от этой точки прокладывают новый курс. Если по каким-либо причинам судно окажется в точке  $c'$ , которая удалена от намеченной предварительной прокладки точки  $c$  значительно, то новый курс прокладывают так, чтобы выйти в точку  $d$  второго поворота. После этого линию  $cd$  также стирают с карты, а на линии  $c'd'$  надписывают число градусов КК и рядом в скобках ДМК для этого курса.

Ведение графической прокладки позволяет судоводителю иметь наглядное представление о месте его судна относительно навигационных опасностей. Точность прокладки зависит от того, насколько правильно выдерживается проложенный курс и учитывается пройденное расстояние, т. е.

$$M = (S_n/600) \sqrt{100(m_k)^2 + 36(m_s)^2}, \quad (54)$$

где  $M$  — радиус окружности вероятного местонахождения судна;

$S_n$  — величина совершенного судном плавания;

$m_k$  — погрешность в курсе;

$m_s$  — погрешность в поправке лага.

**Пример 23.** Определить радиус круга, внутри которого должно быть место судна, прошедшего одним курсом 60 миль, если возможная погрешность в курсе  $\pm 1^\circ$ , а в поправке лага  $\pm 2\%$ .

*Решение.*  $M = (60/600) \sqrt{100(\pm 1)^2 + 36(\pm 2)^2} = 1,6$  мили.

## § 28. Снос судна и его учет при счислении пути

**Циркуляция.** При повороте судна с одного курса на другой в прокладку вносится некоторая дополнительная погрешность, так как после перекладки руля судно не мгновенно изменяет направление своего движения, а описывает центром массы определенную кривую — *циркуляцию*. Учет циркуляции имеет большое значение при плавании в стесненных водах, узкостях, шхерах и др. Существует несколько приемов учета циркуляции при прокладке; ниже приводится описание одного из них.

Судно (рис. 60), следуя в направлении  $K_1$ , в точке  $A$  должно повернуть в направлении  $K_2$  (угол поворота равен  $\alpha$ ). Проводят биссектрису внутреннего угла поворота  $\beta = (180^\circ - \alpha)$  и на ней ищут центр  $O$  окружности с радиусом, равным половине тактического диаметра циркуляции  $D_{ц}$ , который определяют заблаговременно опытным путем и выражают обычно в длинах корпуса судна. Проведя окружность, отмечают точки  $B$  и  $C$  касания ее с линиями  $K_1$  и  $K_2$ ; точку  $B$  считают началом поворота, точку  $C$  — его концом.

**Дрейф.** При движении судно испытывает сопротивление водной и воздушной среды. Течение, волны и ветер, действуя на судно, от-



клоняют его от намеченного курса, поэтому проложенная на карте линия ИК не совпадает с линией действительного пути судна. Отклонение судна от линии ИК под влиянием действия на него ветра называют *дрейфом*, а сам угол отклонения — *углом дрейфа*  $\alpha$ .

Напомним, что направление ветра определяют наименованием той точки горизонта, откуда ветер приходит к наблюдателю; например, говорят «ветер дует в компас». Если ветер дует в правый борт, то говорят, что судно идет правым галсом (п. г.), если в левый борт, — левым галсом (л. г.). Терминология курсов относительно ветра приведена на рис. 61.

Угол дрейфа  $\alpha$  может быть определен по наблюдениям береговых предметов, которые дают возможность знать действительное (обсервованное) место судна. Этот способ определения надежен, прост и дает достаточную точность (до  $\pm 1,5^\circ$ ). В море вне видимости берегов угол дрейфа часто определяют по отклонению кильватерной струи. Действие ветра изменяет и скорость судна. Так, при свежем ветре возможна потеря скорости до 10%, вызываемая парусностью судна и его неустойчивостью на курсе под действием волны (рыскливость).

Дрейф судна учитывают при графической прокладке. Пусть судно следует истинным курсом АК (рис. 62) и имеет дрейф правого галса  $\alpha$ . Под влиянием ветра судно сносит влево и оно в действительности перемещается в направлении АП под углом к линии АК, равным дрейфу  $\alpha$ . Линию действительного перемещения судна АП при ветре называют *линией пути судна при дрейфе*, а угол, образованный линией пути судна с нордовой частью истинного меридиана, — *путевым углом* ( $\text{ПУ}_\alpha$ ) *судна с учетом дрейфа*.

Деление картушек современных компасов возрастает в направлении по часовой стрелке. Поэтому при дрейфе правого галса  $\text{ИК} > \text{ПУ}_\alpha$  и поправка на снос судна от ветра (дрейф) имеет знак минус, а при дрейфе левого галса — знак плюс. На этом основании

$$\text{ПУ}_\alpha = \text{ИК} \pm \alpha \begin{matrix} \text{л. г.} \\ \text{п. г.} \end{matrix} \quad (55)$$

**Пример 24.** ИК =  $135,0^\circ$ ; ветер NE;  $\alpha = 6,0^\circ$ . Рассчитать путь судна при дрейфе.  
**Решение.** При заданных условиях судно имеет дрейф левого галса, т. е.  $\text{ПУ}_\alpha = 125,0^\circ + (+6,0^\circ) = 131,0^\circ$ .

**Пример 25.** ИК =  $210,0^\circ$ ; ветер NW;  $\alpha = 4,0^\circ$ . Рассчитать  $\text{ПУ}_\alpha$ .

**Решение.**  $\text{ПУ}_\alpha = 210,0^\circ + (-4,0^\circ) = 206,0^\circ$ .

**Пример 26.**  $\text{ПУ}_\alpha = 30,0^\circ$ ; ветер SE;  $\alpha = 7,0^\circ$ . Рассчитать ИК.

**Решение.** ИК =  $30,0^\circ - (-7,0^\circ) = 37,0^\circ$ .

На карте всегда должна быть проложена линия действительного перемещения судна. Счисление ведется обычным образом с учетом скорости по лагу, которую

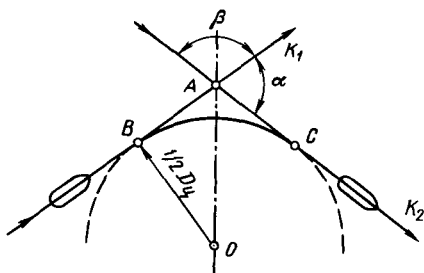


Рис. 60. Циркуляция и ее учет при прокладке

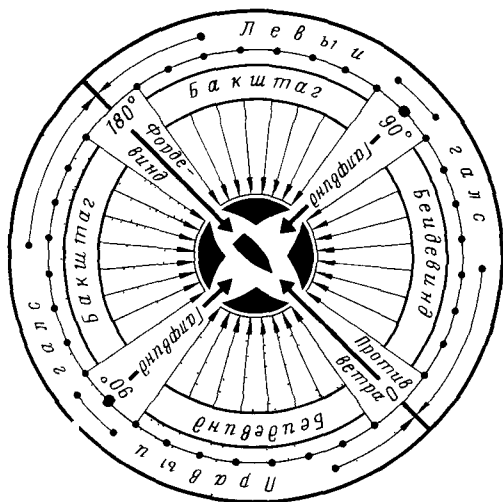


Рис 61 Курсы судна относительно ветра

ошибочным на  $20-30^\circ$ , а его скорость — на  $\pm (0,2-0,5)$  уз. Влияние течений, скорость и направление которых известны, учитывают при прокладке на карте.

Предположим, что судно вышло из точки  $A$  (рис 63) и следует постоянным курсом  $ИК$  и скоростью  $V_A$ . При отсутствии различного рода сносов угол  $N_A AK = ИК$  будет истинным направлением движения судна, а его  $V_1$  — его истинной скоростью. Если так, то через 1 ч судно окажется в точке  $B$ , при этом линия  $AB$  — вектор скорости судна по лагу  $V_A$ , в направлении которого судно продвигается под действием только своих движителей. Если же плавание происходит на постоянном течении, то судно в продолжение того же 1 ч будет подвергаться влиянию этого течения и, таким образом, получит дополнительное перемещение, которое на рис 63 изображено вектором  $BC = v_t$ , образованным элементами течения. Общее влияние движителей и течения определится, как вектор-сумма  $AC$ , являющаяся диагональю параллелограмма  $ABCD$ , построенного на векторах  $AB$  и  $BC$ . Итак, в результате суммарного дей-

принимают за истинную скорость (лаг учитывает потерю скорости судна от сноса его ветром).

**Течение** Направление течения определяют наименованием той точки горизонта, к которой перемещается судно под влиянием течения, говорят, например, что «течение идет из компаса».

С навигационной точки зрения течения подразделяют на постоянные, периодические (приливо отливные) и непериодические (дрейфовые). Элементами любого течения являются его скорость  $v_t$  и направление  $K_t$ . Сведения о таких элементах течения выбирают из специальных пособий, данные которых нередко искажаются влиянием непериодических (случайных) течений. Считают, что направление течения может быть

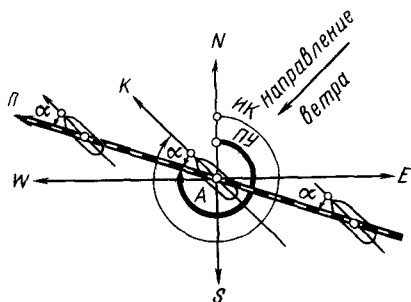


Рис 62 Учет сноса ветром

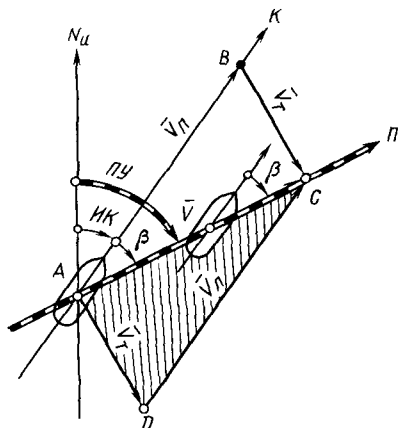


Рис 63 Учет сноса течением

ствия машин и течения судно будет перемещаться в направлении  $АП$ , называемом линией пути судна, по которому оно перемещается со скоростью, равной длине вектора  $АС$ . Эту скорость называют истинной скоростью судна  $V$ . Угол, образованный северной частью истинного меридиана и линией пути судна, — угол  $N_нАП$  — называют *путевым углом* ( $ПУ_в$ ) судна, или его *путем*. Разность между  $ПУ_в$  и ИК называют *углом сноса от течения*, или *поправкой на течение*, и обозначают знаком  $\beta$ . Определение знака поправки на течение  $\pm \beta$  делается точно так же, как и определение знака дрейфа  $\alpha$  знак плюс, если течение направлено в левый борт знак минус, — если в правый борт.

При плавании на течении решают прямую и обратную задачи. *Прямая задача* — определение  $ПУ_в$  и  $V$  по заданным ИК и  $V_т$  (см. рис. 63). Вектор скорости по лагу  $V_т = \overline{AB}$  и вектор скорости течения  $v_t = \overline{BC}$  складывают, получая вектор-сумму  $AC$ , направление которого дает  $ПУ_в$ , а длина — истинную скорость  $V$ . *Обратная задача* — определение ИК и  $V$  по заданным  $ПУ_в$  и  $V_т$  (см. рис. 63). Вектор течения  $v_t$  откладывается от начальной точки  $A$ . Затем, поставив ножку циркуля в конец вектора течения (точка  $D$ ), делают засечку на линии пути судна  $ПУ_в$  раствором, равным  $V_т$ , отмечая таким образом точку  $C$ . В полученном треугольнике  $ACD$  сторона  $DC$  определяет направление ИК, а  $AC$  — величину истинной скорости  $V$ .

При одновременном действии на судно ветра и течения (рис. 64) вектор скорости судна по лагу  $V_л$  откладывают от начальной точки  $A$  по линии пути с учетом дрейфа — линия  $АП'$ . В дальнейшем построение ведется точно так же, как при действии на судно только одного течения. Направление линии пути судна с учетом дрейфа и течения определяется вектором-суммой  $AC$ . Угол  $N_нАП$  называют *путем судна при дрейфе и снос* и обозначают знаком  $ПУ_с$ . Разность между  $ПУ_с$  и ИК в этом случае называют *суммарным сносом судна*. Этот угол обозначают  $c = \alpha + \beta$ .

При плавании на приливно-отливном течении элементы учитываемого течения меняют, принимая во внимание среднее направление и среднюю скорость течения за данный час.

Образец навигационной прокладки на карте приведен ниже.

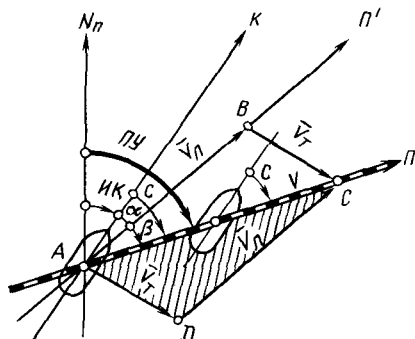
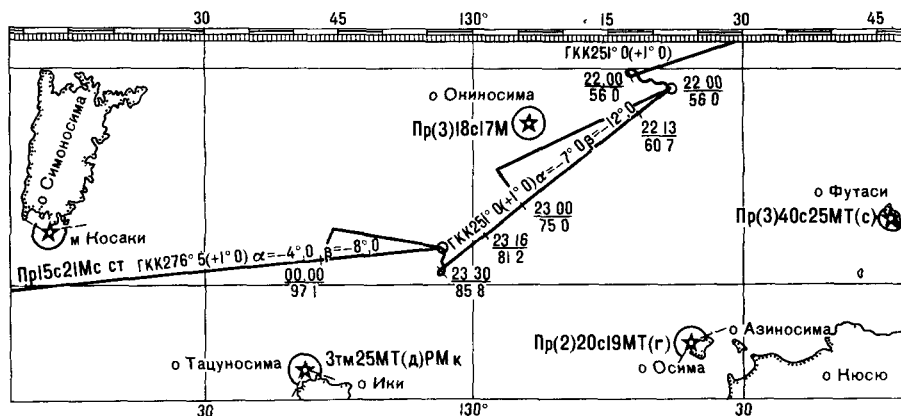


Рис. 64 Учет совместного сноса ветром и течением



Счислимое место судна может быть получено аналитическим способом в тех случаях, когда графическое счисление пути применять нерационально или невозможно: при плавании в высоких широтах; во время ледового плавания, китобойного промысла; при автоматическом счислении пути и т. д. Сущность аналитического счисления пути заключается в вычислении координат пункта прихода при известных координатах пункта отхода, курсе и плавании судна. Возможно решение и обратной задачи: рассчитать плавание и курс судна по известным координатам пунктов отхода и прихода.

На основании формул (1) и (2) координаты пункта прихода могут быть выражены так:

$$\begin{cases} \varphi_2 = \varphi_1 + \text{РШ}; \\ \lambda_2 = \lambda_1 + \text{РД}. \end{cases} \quad (56)$$

Если плавание происходит в невысоких широтах, то выражения для РШ и РД легко получить из рассмотрения треугольника  $ABC$  (рис. 65), в котором  $A$  — точка отхода с координатами  $\varphi_1$  и  $\lambda_1$ ;  $B$  — точка прихода с координатами  $\varphi_2$  и  $\lambda_2$ ;  $K = \angle CAB$  — курс судна при переходе из точки  $A$  в точку  $B$ ;  $AB = S$  — расстояние между пунктами отхода и прихода;  $AC = \text{РШ}$  и  $BC = \text{ОТШ}$ .

Если допустить, что треугольник  $ABC$  плоский и прямоугольный, то непосредственно из рис. 65 получаем:

$$\text{РШ} = S \cos K \quad (57)$$

и

$$\text{ОТШ} = S \sin K. \quad (58)$$

Далее, подставляя значение ОТШ из формулы (4), получаем  $\text{РД}_1 = S \sin K \sec \varphi_B$  или  $\text{РД}_2 = S \sin K \sec \varphi_A$ .

На самом деле, треугольник  $ABC$  не плоский и не прямоугольный (фигура  $ACBC'$  представляет собой сферическую трапецию). Поэтому  $\text{РД}_1 \neq \text{РД}_2$  ( $\varphi_B \neq \varphi_A$ ), а действительное значение

$$\text{РД} = S \sin K \sec \varphi_m, \quad (59)$$

где  $\varphi_m = \frac{\varphi_B + \varphi_A}{2}$  — средняя широта\*.

Для облегчения работы штурмана в МТ имеется таблица, которая содержит величины РШ и ОТШ, выбираемые по двум аргументам — плаванию  $S$  и курсу  $K$ . Другая таблица в тех же МТ позволяет выбрать величины РД по двум аргументам —  $\varphi_T$  и ОТШ.

Если счисление ведется на переходе, совершаемом судном одним и тем же курсом, то его называют *простым*, если несколькими курсами, — *составным*. Последнее применяют при плавании на течении, особенно на приливо-отливном. При этом течение учитывают как отдельный дополнительный курс (курсы). При составном счислении

\* При плавании в высоких широтах вместо  $\varphi_T$  употребляют  $\varphi_n$  — промежуточную широту, определяемую несколько сложнее.

РШ и РД вычисляют или выбирают из таблиц по каждому курсу (и плаванию) отдельно. Затем, составляя алгебраическую сумму всех РШ и ОТШ, получают *генеральную* РШ (*Ген. РШ*) и *генеральную* ОТШ (*Ген. ОТШ*). Далее широту и долготу пункта прихода вычисляют по формулам:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \text{Ген. РШ}; \quad (60)$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \text{Ген. РД} = \lambda_1 + \text{Ген. ОТШ} \sec \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}. \quad (61)$$

Все расчеты при аналитическом счислении производят по определенной схеме.

**Пример 27.** Судно вышло из пункта *A* в 20.00, имея координаты  $\varphi_1 = 50^\circ 17,0'S$  и  $\lambda_1 = 100^\circ 22,0'W$ , следуя КК = 327,0°, при северном ветре 6 баллов ( $\alpha = -3,0^\circ$ ), со скоростью  $V_n = 10$  уз. В 20.30 курс изменили на КК = 77,0°, сохраняя скорость хода; ветер усилился до 7 баллов ( $\alpha = +5,0^\circ$ ). В 21.30 КК = 132,0°, скорость увеличили до  $V_n = 12$  уз; дрейф левого галса 1,0°. В 22.15 КК = 241,0°, скорость  $V_n = 12$  уз, дрейф равен нулю. В 24.00 подошли к месту назначения и отдали якорь. За все время перехода действовало течение, средние направления и скорости которого за 1 ч были следующие: с 21.00 до 22.00 — 126,0° и 1,7 уз; с 22.00 до 23.00 — 120,0° и 1,5 уз; с 23.00 до 24.00 — 136,0° и 1,2 уз.

Рассчитать координаты якорной стоянки.

*Решение:*

| Моменты,<br>ч, мин | КК      | $\delta$ | $d$  | $\Delta MK$ | ИК   | $\alpha$ | ПУ <sub>n</sub> | $S$  | РШ   |       | ОТШ   |       |
|--------------------|---------|----------|------|-------------|------|----------|-----------------|------|------|-------|-------|-------|
|                    |         |          |      |             |      |          |                 |      | к N  | к S   | к E   | к W   |
| 20.00—20.30        | 327°    | −3°      | −14° | −17°        | 310° | −3°      | 307°            | 5,0  | 3,01 | —     | —     | 3,99  |
| 20.30—21.30        | 77      | +3       | −14  | −11         | 66   | +5       | 71              | 10,0 | 3,26 | —     | 9,46  | —     |
| 21.30—22.15        | 132     | +3       | −14  | −11         | 121  | +1       | 122             | 9,0  | —    | 4,77  | 7,63  | —     |
| 22.15—24.00        | 241     | 0        | −14  | −14         | 227  | 0        | 227             | 21,0 | —    | 14,32 | —     | 15,36 |
| 20.00—21.00        | Течение |          |      |             |      |          | 137             | 2,1  | —    | 1,46  | 1,36  | —     |
| 21.00—22.00        |         |          |      |             |      |          | 126             | 1,7  | —    | 1,00  | 1,38  | —     |
| 22.00—23.00        |         |          |      |             |      |          | 120             | 1,5  | —    | 0,75  | 1,30  | —     |
| 23.00—24.00        |         |          |      |             |      |          | 136             | 1,2  | —    | 0,86  | 0,83  | —     |
|                    |         |          |      |             |      |          |                 |      | 6,27 | 22,96 | 21,96 | 19,35 |

Ген. РШ = 16,69' к S (= 22,96 − 6,27);

Ген. ОТШ = 2,61' к E (= 21,96 − 19,35);  $\varphi_2 = 50^\circ 33,7'S$ ;

Ген. РД = Ген. ОТШ  $\sec 50^\circ 25,4' = 4,10'$  к E;  $\lambda_2 = 100^\circ 17,9'W$ .

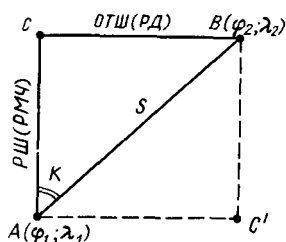


Рис. 65. Навигационный треугольник

§ 30. Общие положения

Определить место судна в море — значит, получить его географические координаты или точку на карте в определенный момент. Эти координаты вполне определяют на поверхности Земли некоторую точку  $M_0$  (рис. 66), в которой в данный момент находится судно, т. е. такую точку рассматривают как результат пересечения меридиана наблюдателя  $P_n M_0 P_s$  и его параллели  $a M_0 b$ . В общем случае та же точка  $M_0$  является точкой пересечения целого семейства кривых на поверхности Земли. Поэтому для определения положения точки  $M_0$  на поверхности Земли надо уметь нанести на ее изображение (глобус или карту) две любые кривые из вышеупомянутого семейства. Иногда географические координаты точки  $M_0$  предпочитают получать чисто аналитическим путем без графических построений. Тогда уравнения двух любых кривых из соответствующего семейства решают совместно. Из множества кривых вышеупомянутого семейства можно выделить такие кривые, которые обладают особым отличительным свойством — соответствовать результатам специальных измерений (наблюдений). Пусть, например, из точки  $M_0$  измерено расстояние  $D$  до какого-нибудь объекта на земной поверхности (см. рис. 66). Тогда из всех кривых семейства  $M_0$  можно выделить такую кривую, каждая точка которой (в том числе и точка  $M_0$ ) удалена от объекта  $R$  на одно и то же расстояние  $D$ . Эта кривая представляет собой окружность на поверхности земного шара с центром в точке  $R$  и со сферическим радиусом, равным  $D$ . Все лежащие на этой окружности точки (см. рис. 66 — пунктир) имеют различные координаты  $\varphi$  и  $\lambda$ . Следова-

тельно, данная кривая на поверхности Земли представляет графически некоторую функцию от координат, отвечающую постоянному значению измеренной величины — расстоянию  $D$ .

Пусть в другом случае та же точка  $M_0$  усматривается из некоторого объекта  $R_1$  по пеленгу  $A$ . Тогда из семейства кривых  $M_0$  можно выделить кривую, каждая точка которой усматривается из объекта  $R_1$  по пеленгу  $A$ . Эта кривая на поверхности земного шара представит собой дугу большого круга, проходящую через точки  $M_0$  и  $R_1$  и пересекающую меридиан точки  $R_1$  под углом, равным  $A$ . Все лежа-

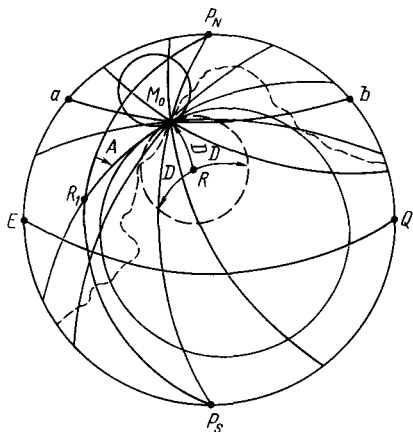


Рис. 66. Навигационная изолиния

щие на этой дуге большого круга точки (в том числе и сама точка  $M_0$ ) имеют различные географические координаты  $\varphi$  и  $\lambda$ . Следовательно, данная кривая на поверхности земного шара также представляет графически некоторую функцию от координат, отвечающую постоянному значению измеренной величины — пеленгу  $A$ .

Пусть, наконец, на судне измерена глубина. Тогда из семейства кривых  $M_0$  можно выделить такую кривую, каждая точка которой (в том числе и точка  $M_0$ ) будет находиться на глубине, равной измеренной. Такая кривая на поверхности Земли — *изобата* — также будет графически представлять некоторую функцию от координат, отвечающую постоянному значению измеренной величины — глубине.

Линии на поверхности Земли, отвечающие постоянному значению некоторой функции от координат, называются *изолиниями*. С изолиниями судоводителю приходится встречаться в своей практической работе довольно часто. В качестве примера можно привести *изотермы* — линии равной температуры, *изогоны* — линии равного склонения, *изоклины* — линии равного наклонения, *изорахи* или *котидальные линии* — линии одновременного наступления полной воды и т. д. Каждая из таких линий представляет собой такое геометрическое место точек на поверхности Земли, в которых некоторая функция от координат сохраняет постоянное значение.

Таким образом, если в некоторый момент времени на судне измерены, например, расстояние до какого-либо объекта и глубина, то место судна вполне определится как точка пересечения двух изолиний — линии постоянного расстояния до наблюдаемого объекта (изостадия) и изобаты.

Следовательно, определение места судна связано с различного рода наблюдениями, измерениями. Любой из результатов таких измерений — расстояние, глубину, пеленг и т. д. — называют *навигационным параметром*. Значит, линия равных значений навигационного параметра и называется навигационной изолинией. Всякое измерение, наблюдение дает изолинию какого-либо определенного вида. Результат измерения позволяет выделить из общего числа кривых проходящую через данную точку на поверхности Земли вполне определенную кривую — изолинию, отвечающую результатам произведенного наблюдения. После этого навигационную изолинию тем или иным приемом, описанным ниже, наносят на изображение поверхности Земли — глобус или карту. Точка, полученная от пересечения двух или более изолиний (каждая из которых отвечает постоянному значению величины, измеренной для обсервации), представит место судна.

В зависимости от характера наблюдений изолинии представляют собой различные геометрические линии на поверхности земного шара. Некоторые из них имеют довольно простой вид и могут быть без особого труда нанесены на карту судоводителем в штурманской рубке. Некоторые же изолинии представляют собой сложные кривые, построение которых в судовых условиях значительно затруднено, а

иногда просто невозможно. В таких случаях большую помощь оказывают специальные карты с сетками нанесенных на них изолиний.

При определениях места судна результатами наблюдений и измерений являются углы, расстояния либо их разности.

### § 31. Типы изолиний

**Изостадия.** При измерении с судна расстояния до берегового предмета изолинией будет сферическая окружность на поверхности Земли, описанная из положения объекта  $R$ , как из полюса, сферическим радиусом, равным измеренному расстоянию  $D$  (рис. 67); такую изолинию называют *изостадией*. Из сферического треугольника

$$\cos D = \sin \varphi_R \sin \varphi + \cos \varphi_R \cos \varphi \cos (\lambda - \lambda_R), \quad (62)$$

где  $D$ ,  $\varphi_R$ ,  $\lambda_R$  — параметры сферической окружности;  
 $\varphi$ ,  $\lambda$  — текущие (неизвестные) координаты места судна.

**Сферическая изогона.** При измерении с судна горизонтального угла  $\alpha$  между двумя ориентирами  $P$  и  $R$  (рис. 68) треугольники  $P_NMR$ ,  $P_NMP$  и  $PMR$  будут сферическими, если  $PM$ ,  $PR$  и  $MR$  — отрезки дуг большого круга. Из рис. 68 видно, что измеренный навигационный параметр — горизонтальный угол  $\alpha$  — является разностью двух пеленгов, т. е.

$$\alpha = A_1 - A_2. \quad (63)$$

Если два ориентира  $P$ ,  $R$  и судно достаточно близки друг к другу и сферический треугольник  $PMR$  можно принять за плоский, тогда изолиния (изогона) превратится в окружность (рис. 69), проходящую через ориентиры  $P$ ,  $R$  и само судно  $M$  и вмещающую измеренный

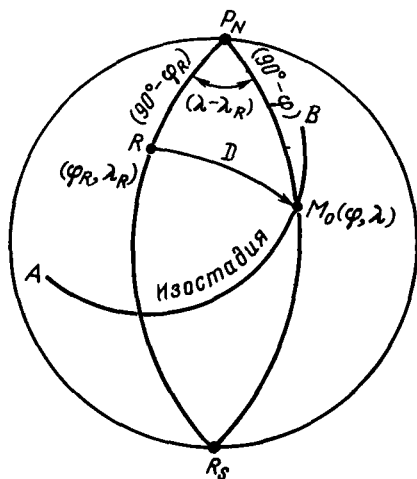


Рис. 67. Изостадия

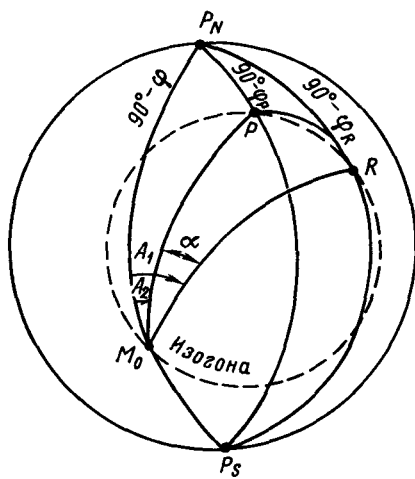


Рис. 68. Сферическая изогона



угол  $\alpha$ . Такая окружность представит собой, однако, лишь частный случай изолинии горизонтального угла. В общем же случае навигационная изолиния горизонтального угла выглядит на поверхности Земли более сложной кривой, называемой *сферической изогоной*. Изогона всегда проходит через положения ориентиров, место наблюдателя, вмещает измеренный угол и своим видом напоминает окружность.

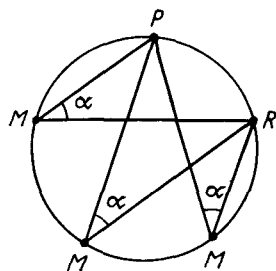


Рис. 69. Изогона на плоскости (окружность)

Интересен частный случай, когда один из ориентиров, например предмет  $P$ , совпадает с географическим полюсом  $P_N$ ; тогда пеленг  $P_N$  равен нулю, т. е.

$$\text{ИП}_P = 0; \alpha = \text{ИП}_R. \quad (64)$$

Таким образом можно сказать, что ИП предмета  $R$  — это горизонтальный угол  $\alpha$  между ним и географическим полюсом.

**Изопеленга (изоазимута).** Так как пеленг ориентира, измеренный с судна, есть частный случай горизонтального угла (когда один из ориентиров сам географический полюс), то изолинией такого пеленга будет также сферическая изогона, т. е. кривая, напоминающая по внешнему виду окружность и проходящая через полюс  $P_N$  Земли, положение судна  $M_0$  и ориентир  $R$  (рис. 70, а). Как видно из рисунка, сферического угла  $P_N M_0 R$  постоянной величины, равной измеренному пеленгу  $\text{ИП}_R$ , т. е. линию постоянного пеленга, называемую *изопеленгой*, или *изоазимутой*. Из рис. 70, б нетрудно установить, что при уменьшении расстояния между судном  $M_0$  и пеленгуемым ориентиром  $R$  три замечательные линии — дуга большого круга (ортодромия), линия постоянного курса (локсодромия) и линия постоянного

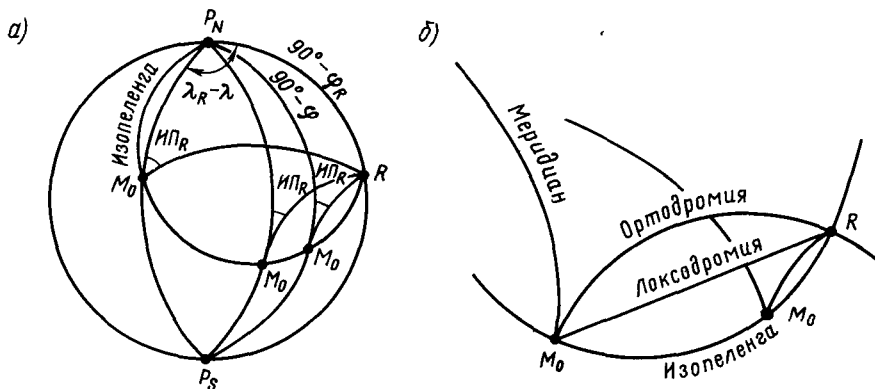


Рис. 70. Изопеленга

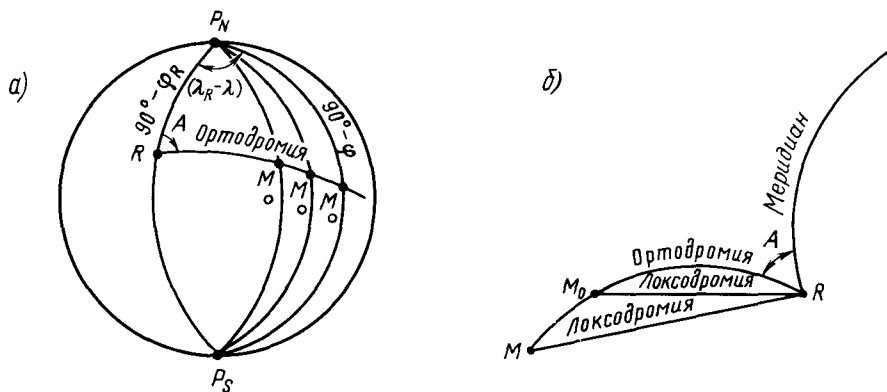


Рис 71. Ортодромия

пеленга (изопеленга) — начиная с некоторого момента практически сливаются друг с другом, образуя «единую прямую» линию. Это обстоятельство широко используется в практической штурманской работе, и к нему мы еще неоднократно вернемся.

Для вывода уравнения изопеленги отметим один из сферических треугольников  $P_N M_0 R$  на рис. 70, а, из которого

$$\operatorname{ctg} \text{ИП}_R \sin (\lambda_R - \lambda) = \operatorname{tg} \varphi_R \cos \varphi - \cos (\lambda_R - \lambda) \sin \varphi, \quad (65)$$

где  $\text{ИП}_R$ ,  $\varphi_R$  и  $\lambda_R$  — параметры линии равных пеленгов;  
 $\varphi$  и  $\lambda$  — текущие координаты места судна.

**Ортодромия.** В морской практике место судна можно определить пеленгованием его с берега, с другого судна или с помощью направленных радиомаяков. В этом случае пеленг судна, положение которого  $M_0$  (рис. 71) на поверхности Земли неизвестно, измеряют из точки, положение  $R$  которой известно. Поэтому изолиния в данном случае представится в виде линии кратчайшего расстояния от точки  $R$  до судна, т. е. в виде дуги большого круга, проходящей через предмет  $R$ , из которого производится пеленгование судна под углом к его (предмета) меридиану, равным величине  $A$  измеренного пеленга.

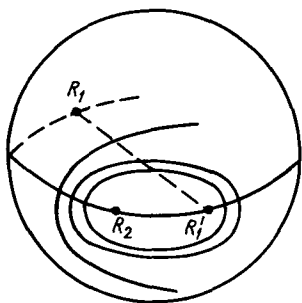


Рис. 72. Сферическая гипербола

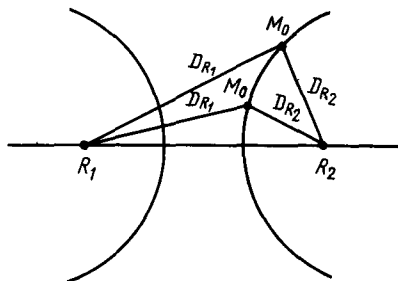


Рис. 73. Гипербола на плоскости

Для вывода уравнения ортодромии отметим сферический треугольник  $P_{\infty}RM_0$  (рис. 71, а), в котором

$$\operatorname{ctg} A \sin (\lambda_R - \lambda) = \operatorname{tg} \varphi \cos \varphi_R - \cos (\lambda_R - \lambda) \sin \varphi_R, \quad (66)$$

где  $A$ ,  $\lambda_R$  и  $\varphi_R$  — параметры дуги большого круга;  
 $\varphi$  и  $\lambda$  — текущие координаты судна.

Из того же рис. 71, б нетрудно установить, что при уменьшении расстояния между судном  $M_0$  и пеленгующим предметом  $R$  ортодромия и локсодромия, начиная с некоторого момента, практически сливаются друг с другом, образуя «единую прямую» линию.

**Сферическая гипербола.** В современных системах дальней радионавигации применяют способ измерения с судна в некоторый момент времени разности  $\Delta D$  либо суммы  $\Sigma D$  расстояний до двух ориентиров (импульсные, фазовые и импульсно-фазовые системы). В этом случае изолиния будет выглядеть в виде сферической гиперболы или эллипса (рис. 72), где  $R_1$  и  $R_2$  — полюсы сферических гипербол, а  $R'_2$  и  $R'_1$  — полюсы сферических эллипсов, в которых могут располагаться радиостановки систем дальней радионавигации. На морской карте такая изолиния может выглядеть, как показано на рис. 73.

## § 32. Ортодромическая поправка. Линии положения

Вид изолиний, наносимых на карты, зависит от характера искажений, присущих проекции, в которой данная карта составлена. Так, для решения некоторых задач применяют карты в таких проекциях, на которых нужная изолиния изображается наиболее просто — прямой или окружностью. Например, ортодромия изображается прямой линией в центральной (гномонической) перспективной проекции, изоазимута выглядит в виде окружности в стереографической перспективной проекции; имеются также проекции, в которых сферическая гипербола изображается отрезком прямой линии. Однако в основном штурман работает на карте в меркаторской проекции. На такой карте отмеченные выше изолинии выглядят иначе, чем на земной поверхности. Так, сферическая окружность на меркаторской карте имеет вид циклической кривой, близкой по форме к эллипсу. Дуга большого круга на такой карте изображается кривой линией, выгнутой в сторону ближайшего географического полюса (рис. 74); изоазимуты (при сравнительно небольших расстояниях между судном и ориентиром) представляются на меркаторской карте кривыми линиями, расположенными симметрично дугам больших кругов, по другую сторону от прямых линий  $RC_1, RC_2, RC_3, \dots, RC_n$ , соединяющих возможные места судна  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  с местом пеленгуемого предмета  $R$ . Прямые линии  $RC_1, RC_2, RC_3, \dots, RC_n$  называют линиями *локсодромических пеленгов*.

Линия равных пеленгов (изоазимута) в каждой своей точке пересекается дугой большого круга, соединяющей данную точку с пеленгуемым предметом, под разными углами  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$ . Эти углы называют *углами схождения меридианов* пеленгуемого предме-

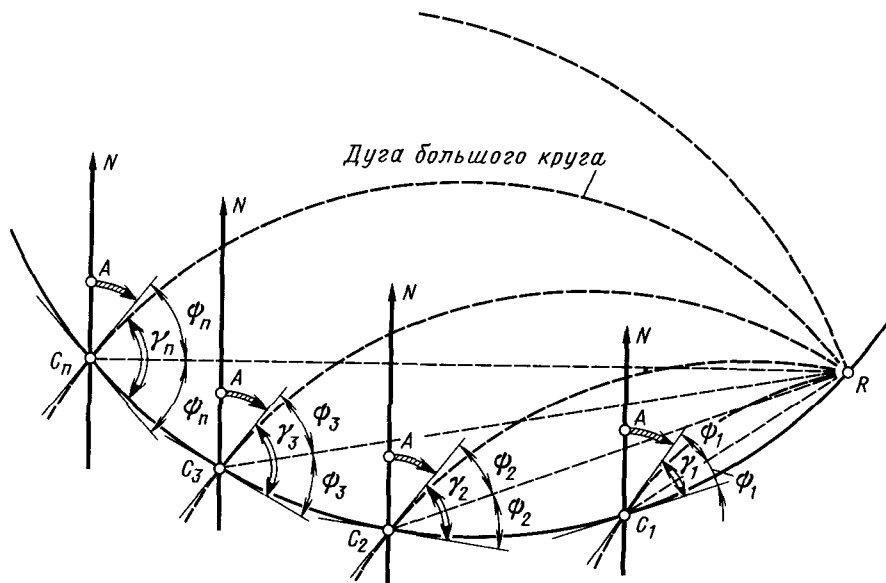


Рис. 74. Три замечательные линии на меркаторской проекции положения

та  $R$  и соответствующих точек  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  линии равных пеленгов. Каждый из углов  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$  соответствующим ему локсодромическим пеленгом делится на два равных угла  $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_n$ . Таким образом, в точке  $C_i$  линия равных пеленгов пересекается с соответствующим этой точке локсодромическим пеленгом под углом  $\psi_i$ . Под тем же углом в той же точке пересекаются и линии ортодромического и локсодромического пеленгов. Угол  $\psi$  называют *ортодромической поправкой*; его приближенное значение определяют по формуле

$$\psi = (\Delta\lambda \sin \varphi_m)/2, \quad (67)$$

где  $\Delta\lambda$  — разность долгот между местом судна и пеленгуемым предметом;  
 $\varphi_m$  — средняя широта места судна и пеленгуемого предмета.

Работу штурмана по прокладке кривых изолиний на меркаторской карте можно значительно упростить, если небольшой участок кривой

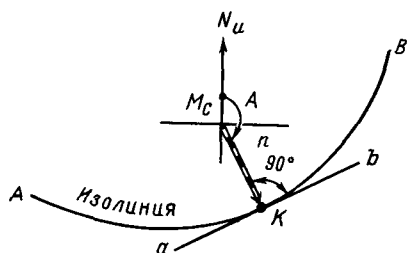


Рис. 75. Линия положения

изолинии  $AB$  (рис. 75) заменить вблизи счислимого места судна  $M_c$  отрезком проведенной к ней касательной  $ab$ , совершая при этом допустимую в практических вопросах погрешность. Такой отрезок прямой линии, заменяющий небольшой участок кривой линии вблизи счислимого места судна, называют *линией положения*. Во многих практических случаях ли-

Таблица 8

| Направление<br>на объект<br>пеленгования, ° |     |     |     | Средняя широта, ° |     |     |     |     |     |      |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|                                             |     |     |     | 70                | 60  | 50  | 40  | 30  | 20  | 10   |
| 0                                           | 180 | 180 | 360 | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —    |
| 10                                          | 170 | 190 | 350 | 56                | 110 | 167 | 224 | 334 | 545 | 1130 |
| 20                                          | 160 | 200 | 340 | 28                | 56  | 84  | 112 | 168 | 293 | 568  |
| 30                                          | 150 | 210 | 330 | 20                | 39  | 59  | 79  | 118 | 194 | 395  |
| 40                                          | 140 | 220 | 320 | 15                | 30  | 46  | 61  | 92  | 148 | 307  |
| 50                                          | 130 | 230 | 310 | 13                | 26  | 38  | 51  | 75  | 124 | 258  |
| 60                                          | 120 | 240 | 300 | 12                | 23  | 35  | 47  | 70  | 113 | 235  |
| 70                                          | 110 | 250 | 290 | 11                | 21  | 31  | 42  | 62  | 102 | 210  |
| 80                                          | 100 | 260 | 280 | 10                | 19  | 29  | 38  | 58  | 94  | 195  |
| 90                                          | 90  | 270 | 270 | 9                 | 18  | 28  | 37  | 56  | 90  | 187  |

нию положения  $ab$  наносят на карту с помощью ее элементов — переноса  $n = M_c K$ , выраженного в милях, и его направления  $A = N_n M_c K$ , всегда перпендикулярного линии положения  $ab$ . Таким образом, если наблюдатель имеет возможность вычислить элементы двух линий положения, то место судна на карте определяется точкой пересечения таких линий положения. Сущность различных методов определения места и состоит в том, чтобы иметь возможность нанести на карту либо непосредственно изолинию, либо заменяющую изолинию положения с помощью ее элементов — переноса и его направления.

При визуальных наблюдениях расстояния до наблюдаемых объектов совсем незначительны. Это позволяет еще более упростить прокладку линий положения на меркаторской карте. Так, в случае измерения визуального расстояния линия положения на меркаторской карте может быть без ощутимых погрешностей представлена обычной окружностью. Линия равных пеленгов при визуальных наблюдениях практически совпадает с прямой линией локсодромического пеленга и поэтому может быть проложена на меркаторской карте в виде прямой.

Пределные расстояния в милях, при которых без существенных погрешностей можно производить прокладку изопеленги и ортодромии на меркаторской карте в виде прямой линии локсодромического пеленга, т. е. без учета ортодромической поправки  $\psi$ , даны в табл. 8.

## Глава 7. СПОСОБЫ ОБСЕРВАЦИЙ МЕСТА СУДНА В МОРЕ

### § 33. Визуальные наблюдения земных ориентиров

**Способ пеленгов на ориентиры.** Определение места судна в море по пеленгам ориентиров наиболее часто используется в штурманской практике ввиду его явных преимуществ — простоты наблюдений и прокладки. На самом деле, если с судна видны три ориентира, положения которых нанесены на карту, то место судна может быть определено измерением направлений на эти ориентиры при помощи судового магнитного компаса или гирокомпаса. После исправления компасных пеленгов в истинные их обратные (отличные на  $180^\circ$ ) значения прокладывают на карте от изображений соответствующих предметов в виде локсодромии (прямой линии). Пересечение линий истинных пеленгов дает обсервованное место судна на карте (рис. 76). Известно, что для определения места достаточно иметь две линии положения; пеленг третьего ориентира служит хорошим контролем, так как из-за различных погрешностей три линии пересекаются не в одной точке, а образуют треугольник погрешности. Если случайные погрешности вызывают появление небольшого треугольника, то место судна принимают либо в его центре, если треугольник равносторонний, либо ближе к его короткой стороне, если треугольник сильно вытянут (под небольшим треугольником понимают такой, стороны которого не более 0,5 мили).

Треугольник получается большим, если при наблюдениях допущены промахи или систематические погрешности. В этом случае все наблюдения следует повторить. Если повторная прокладка вновь дает большой треугольник, значит, он вызван систематической погрешностью, появление которой может быть вызвано неодновременностью наблюдений (особенно при большой скорости хода), неправильной поправкой компаса и неверным опознанием предмета. Последнее исправить невозможно. Поэтому, если повторные наблюдения удовлетворительных результатов не дают, следует выбрать другие предметы для пеленгования.

Неодновременность наблюдения пеленгов исключают приведением их к одному моменту. Для этого берут подряд пеленги трех предметов  $P_1, P_2, P_3$ , заметив время и отсчет лага при взятии пеленга  $P_3$  на последний предмет; затем быстро берут повторные пеленги второго и первого предметов  $P'_2$  и  $P'_1$ . Считая изменение пеленгов пропорциональным времени, рассчитывают пеленги первого и второго ориентиров, как среднеарифметические  $(P_1 + P'_1)/2$  и  $(P_2 + P'_2)/2$ , которые будут приведенными к моменту взятия пеленга третьего предмета  $P_3$ .

Погрешность в принятой поправке компаса можно устранить переходом на способ двух горизонтальных углов, образованных по

разности полученных из наблюдений компасных пеленгов трех предметов, т. е.

$$P_2 - P_1 = \alpha \text{ и } P_3 - P_2 = \beta. \quad (68)$$

Понятно, что углы  $\alpha$  и  $\beta$  погрешности поправки компаса не содержат. Изложение самого способа определения места по двум горизонтальным углам дано ниже.

Определив место способом двух углов  $\alpha$  и  $\beta$ , далее имеют возможность снять с карты значения ИП всех трех предметов из обсервованного места, сравнить затем такие ИП с ранее полученными из наблюдений КП тех же предметов и получить три значения  $\Delta MK$ .

Уточненное значение  $\Delta MK$  получают как среднеарифметическое из трех разностей между снятыми с карты ИП и полученными из наблюдений КП.

Если судно и все три ориентира лежат на одной и той же окружности, то надежное место судна может быть получено только при верном значении  $\Delta MK$ , так как способ двух горизонтальных углов здесь неприменим.

Определение места по пеленгам трех ориентиров — наиболее точный способ из всех определений места с помощью компаса. Погрешность в определении места судна в этом случае может быть выражена формулой

$$M = (m_{\Pi}^u / 57,3) \sqrt{\frac{D_1^2 D_2^2 + D_2^2 D_3^2 + D_1^2 D_3^2}{D_1^2 \sin^2 \alpha + D_2^2 \sin^2 \beta + D_3^2 \sin^2 \gamma}} \quad (69)$$

где  $m_{\Pi}^u$  — возможная погрешность в пеленгах,

$D_1, D_2, D_3$  } — расстояния до первого, второго и третьего предметов,

$\alpha, \beta, \gamma$  } — разности между пеленгами первого и второго, второго и третьего, первого и третьего ориентиров соответственно

При определении места по пеленгам двух ориентиров (рис. 77) наблюдатель лишен возможности контролировать надежность обсер-

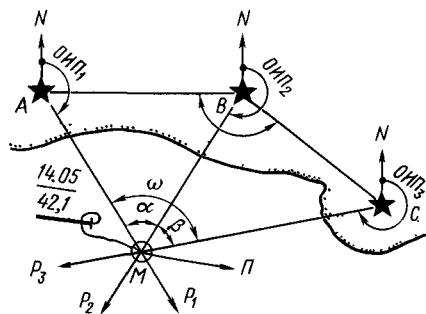


Рис 76 Метод пеленгов трех ориентиров

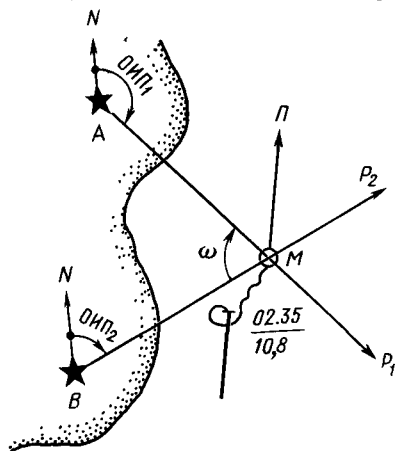


Рис 77 Метод пеленгов двух ориентиров

вованной точки при помощи третьей линии положения. Погрешность места в этом случае может быть определена выражением

$$M = \frac{m_{\Pi}^0}{57,3 \sin \theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2}, \quad (70)$$

где  $\theta$  — угол между пеленгами двух ориентиров;  
 $D_1, D_2$  — расстояния до первого и второго ориентиров.

Если по какой-либо причине взять пеленг одного из ориентиров невозможно (закрит, например, от наблюдателя у компаса и т. п.), то применяют способ пеленга и горизонтального угла, взяв пеленг, например, первого ориентира  $P_1$  по компасу и измерив угол  $\alpha$  между двумя ориентирами секстаном; пеленг второго ориентира рассчитывают как

$$P_2 = P_1 \pm \alpha. \quad (71)$$

**Способ расстояний до ориентиров.** Для измерения расстояний в море используют дальномеры, радиотехнические средства и секстан. Дальномеры обеспечивают высокую точность определения расстояний, но на морских судах встречаются редко. Широко используют для этих целей радиотехнические средства, особенно радиолокаторы, которые позволяют измерять расстояния практически вне зависимости от условий видимости. Расстояние определяют также с помощью секстана измерением вертикального угла берегового ориентира с известной высотой.

Пусть предмет имеет высоту  $H$  (рис. 78) и расположен от судна на расстоянии  $D = MB$ . Из треугольника  $ABM$

$$D = H \operatorname{ctg} \alpha. \quad (72)$$

Угол  $AMB = \alpha$  измеряют секстаном, а расстояние  $D$  в милях рассчитывают по формуле (72), которая имеет следующий вид:

$$D = 1,86 \frac{H}{\alpha'}. \quad (73)$$

При выводе формулы (73) рефракция, кривизна земной поверхности и высота глаза наблюдателя не учтены. В МТ-75 приведены готовые значения  $D$  в милях для высот наблюдаемого предмета от 10 до 100 м, для вертикального угла  $\alpha$  — от  $3'$  до  $5^\circ$ .

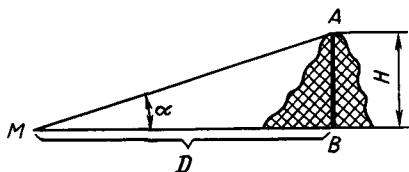


Рис. 78. Вертикальный угол предмета с известной высотой

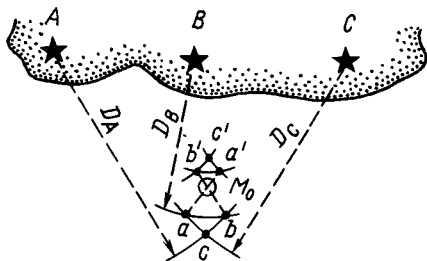


Рис. 79. Метод расстояний до трех ориентиров



Измерив тем или иным способом расстояния до трех береговых объектов, проводят три линии положения в виде окружностей так, как это показано на рис. 79. Треугольник из-за случайных погрешностей при измерении расстояний с помощью РЛС и других радиотехнических средств обычно невелик (не более 5—6 мм на путевой карте); считают, что вероятное место в центре такого треугольника ближе к более короткой стороне. При измерении расстояния по вертикальному углу стороны треугольника погрешности могут достигать 1,5—2 миль; здесь необходимо применять центрографический прием. Определение места, свободного от систематических погрешностей, производится следующим образом. Получив большой треугольник  $abc$  и будучи уверенным в отсутствии промахов в измерениях или в опознании ориентиров, все расстояния изменяют на одну и ту же произвольную небольшую величину, но так, чтобы новый треугольник  $a'b'c'$  получился меньше первоначального  $abc$ . Далее искомое место принимают в точке  $M_0$  пересечения биссектрис, проведенных через сходственные вершины двух треугольников. Среднюю квадратическую погрешность места можно определить по формуле

$$M = (m\sqrt{3}) / (57,3\sqrt{p_1 + p_2 + p_3}), \quad (74)$$

где  $m$  — средняя квадратическая ошибка измерения расстояния;

$$p_i = \sin^2 \theta_i / D_{ср,i}^2;$$

$\theta_i$  — угол пересечения двух линий положения;

$D_{ср}$  — среднее расстояние до двух ориентиров.

При измерении расстояний только до двух ориентиров (рис. 80) две окружности пересекутся в двух точках, а место судна определяют приближенным пеленгом или ориентировкой на счислимое место, находящееся обычно вблизи обсервованного. Точность места судна в этом случае можно оценить следующим образом:

$$M = 1,41 m_D / \sin \theta, \quad (75)$$

где  $m_D$  — возможная погрешность в измерении расстояния;

$\theta$  — угол пересечения линий положения.

Если виден только один предмет, то можно определить место судна измерением расстояния до такого ориентира и пеленга на него с прокладкой на карте так, как это показано на рис. 81. Точность такого места оценивается по формуле

$$M = \sqrt{\left(\frac{D m_{\Pi}^0}{60}\right)^2 + m_D^2}, \quad (76)$$

где  $D$  — расстояние до ориентира;

$m_{\Pi}^0$  — возможная погрешность в пеленге;

$m_D$  — возможная погрешность в измерении расстояния.

Все вышеописанные методы определения места судна в море позволяют получить так называемое *обсервованное место*, которое на карте отмечается специальным условным знаком  $\odot$ .

**Способ перемещенных линий положения** Когда разность между моментами измерения двух или более навигационных параметров настолько велика, что показанное выше приведение результатов измерений к одному моменту оказывается невозможным из-за недопустимости предположения, что величина навигационного параметра внутри такого промежутка времени будет меняться пропорционально времени, тогда соответствующие таким наблюдениям линии положения называют *разновременными*; их приведение к одному моменту делается другим методом — методом перемещения линий положения к выбранному моменту с помощью элементов плавания судна (курса и расстояния) за определенный промежуток времени. В этой связи разновременные линии положения называют также *перемещенными*. Итак, для определения места по разновременным линиям положения необходимо, кроме параметров этих линий, знать элементы движения судна. Геометрическое решение задачи на определение места в данном случае сводится к вращению отрезка пути судна между двумя непараллельными линиями положения. Длина вращаемого отрезка должна быть равна расстоянию, пройденному судном за время между моментами измерения навигационных параметров. Так как в процессе определения места используют не только результаты измерения навигационных параметров изолиний, но и элементы счисления, получаемое место называется *счислимо-обсервованным*; оно обозначается на карте специальным условным знаком  $\Delta$ , а сами способы называются *крюйс-способами*. Крюйс-способ может быть применен при наличии любых линий положения. Наиболее часто применяют способ крюйс-пеленга, когда для определения места последовательно измеряют пеленги одного или двух ориентиров.

**Крюйс-пеленг.** Пусть в некоторый момент получен  $ИП_1 = P_1$  предмета  $A$  (рис. 82, а), а затем  $ИП_2 = P_2$ . За это время судно, следуя в направлении пути  $\Pi$ , прошло расстояние  $S$ . Чтобы определить место судна, прокладку производят одним из следующих приемов.

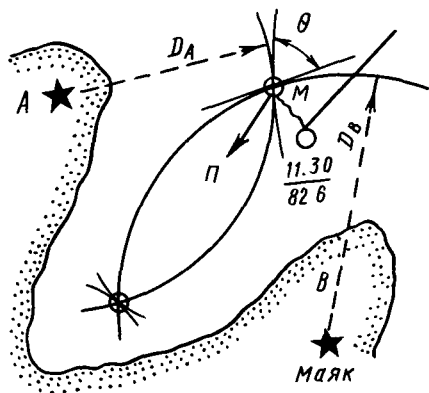


Рис 80 Метод расстояний до двух ориентиров

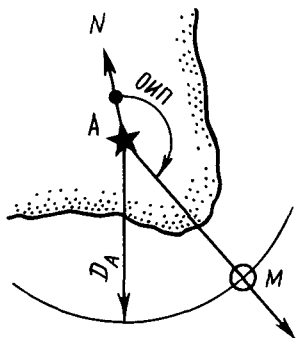


Рис 81 Метод пеленга и расстояния до одного и того же ориентира

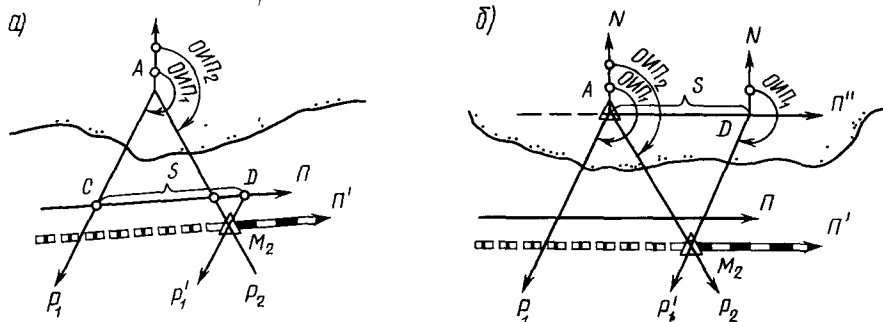


Рис 82 Метод крьюс пеленга

1. Из точки  $C$  пересечения линии пути  $\Pi$  с линией первого пеленга  $P_1$  откладывают расстояние  $S$  в сторону движения судна, получая точку  $D$ , из которой проводят прямую  $DP_1'$ , параллельную линии первого пеленга  $P_1$ . Пересечение линии  $DP_1'$  с линией второго пеленга  $P_2$  дает точку  $M_2$  — место судна в момент взятия второго пеленга. Дальнейшее счисление ведут от точки  $M_2$  в направлении пути  $\Pi'$ .

2. Через видимый с судна предмет  $A$  (рис 82, б) проводят линию  $AP''$ , параллельную линии пути  $\Pi$ , и на ней откладывают расстояние  $S$ , пройденное судном за время между взятием двух пеленгов, получая точку  $D$ . Затем из точки  $D$  проводят прямую  $DP_1$ , параллельную первому пеленгу  $P_1$ . Пересечение линии  $DP_1$  с линией второго пеленга  $P_2$  дает место судна  $M_2$  в момент взятия второго пеленга. Этот прием особенно удобен, если в промежутке между взятием двух пеленгов судно меняло направление своего движения (курсы).

Будучи зависимым не только от погрешностей наблюдений (измерений), но еще и от погрешностей счисления, счислимо-обсервованное место судна является менее надежным, чем обсервованное.

**Крюйс-расстояние** Применяя этот способ, место судна определяют по одновременному измерению двух расстояний до одного и того же ориентира. Теоретическое и практическое выполнения аналогичны определению по крьюс-пеленгу.

## § 34. Небесная сфера

Методы определения места судна по наблюдениям небесных светил базируются на предположении, что они располагаются на поверхности вспомогательной сферы произвольного радиуса, называемой **небесной сферой**. Основные точки, линии и плоскости небесной сферы (рис. 83) аналогичны таковым на Земле:

отвесная линия наблюдателя  $ZZ'$ ; точки зенита  $Z$  и надира  $Z'$ , плоскость истинного горизонта  $NESW$ , делящая сферу на надгоризонтную и подгоризонтную части;

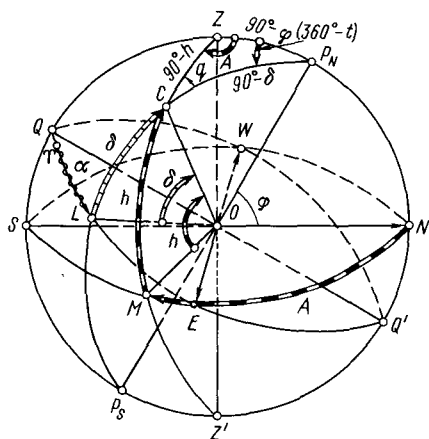


Рис. 83. Небесная сфера

ось мира  $P_N P_S$  и полюсы мира  $P_N$  и  $P_S$  — повышенный в надгоризонтной и пониженный в подгоризонтной части сферы;

плоскость небесного экватора  $Q W Q'E$ , делящая сферу на северное и южное полушария;

меридианы — большие круги, проходящие через полюсы мира;

вертикалы — большие круги, проходящие через точки зенита и надира;

меридиан наблюдателя  $P_N Z P_S Z'$  — меридиан, проходящий через точки зенита и надира; осью мира он делится на полуденную (с точкой  $Z$ ) и на полуночную (с точкой  $Z'$ ) части;

полуденная линия  $NS$  — линия пересечения истинного горизонта и меридиана наблюдателя;

линия  $WE$  — линия в плоскости истинного горизонта, перпендикулярная полуденной линии;

первый вертикал — вертикал, проходящий через точки  $W$  и  $E$ ; небесные параллели — малые круги, параллельные небесному экватору;

альмукантараты — малые круги, параллельные истинному горизонту;

угол  $ZOQ$  между отвесной линией и плоскостью небесного экватора равен широте  $\varphi$  места наблюдателя.

Положение светил на небесной сфере определяется двумя сферическими координатами. Существует несколько систем таких координат.

**Горизонтная система координат.** В этой системе координатами являются высота  $h$  и азимут  $A$ .

*Высотой светила* называют центральный угол  $MOC$  между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило  $C$ , измеряемый дугой вертикала светила  $MC$  от истинного горизонта до положения светила на сфере (точка  $C$ ). Удаление светила по его вертикалу от зенита называют *зенитным расстоянием*

$$z = 90^\circ - h. \quad (77)$$

*Азимутом светила* называют сферический угол  $P_N Z C$  между истинным меридианом наблюдателя и вертикалом светила. Для азимута применяют круговую, четвертную и полукруговую системы счета.

Непосредственно из рис. 83 видно, что высота повышенного полюса  $P_N$  и снижение (отрицательная высота) пониженного полюса  $P_S$  равны широте  $\varphi$  места наблюдателя.

**Экваториальная система координат.** В этой системе координатами являются склонение  $\delta$  и часовой угол  $t$ .

*Склонением светила* называют центральный угол  $LOC$  между плоскостью небесного экватора и направлением на светило  $C$ , измеряемый дугой  $LC$  меридиана светила от экватора до положения светила на сфере; склонение светила может быть северным или южным в пределах от  $0$  до  $\pm 90^\circ$ . Удаление светила от повышенного полюса по его меридиану называют *полярным расстоянием*

$$\Delta = 90^\circ - \delta. \quad (78)$$

*Часовым углом светила*  $t$  называется сферический угол  $ZP_N C$  между меридианами наблюдателя и светила; его величина измеряется дугой  $QWQ'EL$  небесного экватора от полуденной части меридиана наблюдателя ( $0^\circ$ ) до  $360^\circ$  в сторону запада; применяется также полукруговой счет от  $0$  до  $180^\circ$  в сторону запада и востока.

Известно, что дуга экватора, заключенная между двумя меридианами, эквивалентна разности долгот между ними (см. § 4). В этой связи часовые углы одного и того же светила для двух наблюдателей, находящихся на различных меридианах, также будут отличаться между собой на величину разности долгот между ними. Если же один из наблюдателей будет находиться на нулевом (Гринвичском) меридиане, где  $\lambda = 0^\circ$ , то разность между часовыми углами одного и того же светила для наблюдателей на Гринвичском и каком-либо другом меридиане будет равна долготе такого другого меридиана, т. е.

$$t_{гр} = t_{\lambda} \pm \lambda W/E, \quad (79)$$

где  $t_{гр}$  — *гринвичский часовой угол светила*;

$t_{\lambda}$  — *местный часовой угол* того же светила на другом меридиане;

$\lambda$  — *долгота* этого меридиана.

Из-за видимого (кажущегося) суточного вращения небесной сферы склонения звезд не изменяются, а часовые углы изменяются на  $360^\circ$  в сутки. В связи с этим часто удобнее определять положение меридиана светила не относительно меридиана наблюдателя (с помощью часового угла), а относительно особой замечательной точки на небесном экваторе, меридиан которой изменяет свое положение на сфере в течение суток точно так же, как и меридиан любого светила. Такой точкой на экваторе является *точка весеннего равноденствия*  $\Upsilon$  — точка Овна, в которой Солнце переходит из южной полусферы в северную в своем видимом собственном годовом движении.

Дуга экватора  $\Upsilon L$  от точки  $\Upsilon$  до меридиана светила в сторону, обратную счету западных часовых углов, в пределах от  $0$  до  $360^\circ$  называется *прямым восхождением светила*  $\alpha$ , т. е.

$$\alpha = 360^\circ - \tau, \quad (80)$$

где  $\tau$  — *звездное дополнение*.

Пары координат  $\delta$  и  $t$  или  $\delta$  и  $\alpha$  образуют соответственно первую и вторую системы экваториальных координат. Рассматривая сферический треугольник  $P_N ZC$ , называемый параллактическим, можно установить, что в нем связаны горизонтальные и экваториальные

координаты светила с географическими координатами наблюдателя.

Общеизвестным является факт, что любые сторона и угол сферического треугольника могут быть определены, если три его других элемента (углы и/или стороны) являются известными. Предположим, что наблюдателю в неизвестных  $\varphi$  и  $\lambda$  удалось измерить высоту  $h$  и азимут  $A$  некоторого светила  $C$ , экваториальные координаты которого  $\delta$  и  $t_{\text{гр}}$  на момент наблюдения всегда могут быть выбраны из Астрономического Ежегодника. Следовательно, в параллактическом треугольнике  $P_{\text{н}}ZC$  две его стороны —  $P_{\text{н}}C = (90^\circ - \delta)$  и  $ZC = (90^\circ - h)$  и угол  $P_{\text{н}}ZC = A$  — являются известными, а два других его элемента — сторона  $P_{\text{н}}Z = (90^\circ - \varphi)$  и угол  $ZP_{\text{н}}C = t = t_{\text{м}}$  — могут быть определены с помощью графического построения на сфере либо с помощью формул сферической тригонометрии. Определив  $\varphi$  и  $t_{\text{м}}$ , определяют долготу  $\lambda$  по формуле (79). В практике определения места по наблюдениям светил применяют другие, более рациональные методы. Приведенные же выше рассуждения вполне достаточно поясняют сущность такой проблемы.

### § 35. Время

**Основные сведения.** Время измеряется природной единицей — оборотом Земли вокруг своей оси. Промежуток времени между двумя последовательными пересечениями, например полуденной части меридиана наблюдателя (см. рис. 83) одним и тем же светилом  $C$  в своем видимом суточном вращении вместе с небесной сферой, будет величиной постоянной (если само светило «жестко» связано с небесной сферой, т. е. если оно не имеет собственного движения по сфере). Такое пересечение меридиана называют *верхней кульминацией* светила, когда его высота достигает наибольшего меридиального значения

$$H = (90^\circ - \delta), \quad (81)$$

а часовой угол  $t = 0$ . Сам же промежуток времени между двумя последовательными одноименными (верхними или нижними) кульминациями светила (без собственного движения) называют *звездными сутками*. За начало звездных суток можно принять момент верхней кульминации любого светила без собственного движения. Из всех объектов на небесной сфере особо отмечена точка весеннего равноденствия  $\Upsilon$ . Поэтому *звездным временем* называют величину западного (кругового) часового угла точки Овна, т. е.

$$S = t^1 = \cup QWQ'ELY. \quad (82)$$

Если звездное время определяется для меридиана Гринвича, то его называют *гринвичским звездным временем* и обозначают  $S_{\text{гр}}$ ; если же звездное время определяется для любого другого меридиана, то его называют *местным* и обозначают  $s_{\text{м}}$ . Понятно, что

$$S_{\text{гр}} = S_{\text{м}} \pm \lambda W/E. \quad (83)$$

Из того же рис. 83 видно, что круговой (западный) часовой угол любого светила  $C$  эквивалентен дуге экватора  $QWQ'EL$  т. е.

$$t^C = \cup QWQ'EL.$$

Тогда разница между  $t^C$  и  $t^L$  представляет собой дугу экватора  $YL$ , эквивалентную прямому восхождению светила  $C$ , т. е.

$$\alpha^C = t^L - t^C = S - t^C$$

или

$$S = t^C + \alpha^C. \quad (84)$$

Итак, звездное время в любой момент равно часовому углу любого светила, сложенному с его же прямым восхождением. Если же любое светило пересекает полуденную часть меридиана наблюдателя, т. е. кульминирует, то в этот момент (когда  $t=0$ ) звездное время равно прямому восхождению такого кульминирующего светила.

Звездное время неудобно в повседневной жизни, регламентируемой темным и светлым временем, т. е. Солнцем. Видимое суточное движение самого Солнца вследствие ощутимого его собственного движения стабильным не является. Поэтому для получения постоянной единицы измерения времени, связанной с организацией жизни человека по Солнцу, пользуются понятием о фиктивном «среднем» Солнце: взамен неравномерных «истинных» солнечных суток приняты «средние» солнечные сутки, которые одинаковы по величине и равны среднему за год значению «истинных» солнечных суток. *Средними солнечными сутками* называют промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями «среднего» Солнца  $\oplus$  на одном и том же меридиане. За начало средних суток берут, однако, момент нижней кульминации «среднего» Солнца, т. е. момент пересечения им полуночной части меридиана наблюдателя. Поэтому *гражданское среднее время*

$$T = t^{\oplus} \pm 12^h. \quad (85)$$

Так же, как и звездное время  $S$ , гражданское среднее время  $T$ , отнесенное к данному меридиану, называется *местным гражданским временем* и обозначается  $T_m$ . Местное гражданское время на меридиане Гринвича называется *гринвичским* или *Всемирным гражданским временем* и обозначается  $T_{гр}$ , т. е.

$$T_{гр} = T_m \pm \lambda W/E. \quad (86)$$

Гражданское время всегда указывается с календарной датой.

**Поясное время.** В один и тот же физический момент в различных точках земной поверхности местное гражданское время неодинаково. Это приводит к большим неудобствам. Для устранения таких неудобств на довольно значительных площадях земной поверхности ввели одно и то же *поясное время*. В системе поясного времени  $T_n$  вся поверхность Земли разделена на 24 часовых пояса, каждый из которых охватывает  $15^\circ$  ( $360^\circ/24$ ) по долготе. В пределах каждого такого часового пояса принимается одинаковый счет гражданского

времени, равный местному гражданскому времени на осевом меридиане данного часового пояса. Таким образом, разность между поясным  $T_N$  и местным  $T_M$  гражданским временем внутри каждого часового пояса не превышает 30 мин; поясное же время соседних поясов отличается друг от друга ровно на 1 ч.

Осевые меридианы часовых поясов (рис. 84) имеют долготы 0, 15, 30, 45, ..., 180° восточного и западного наименований; нумерация поясов идет от нулевого до  $\pm 12$ -го пояса. Фактические же границы часовых поясов точно не совпадают с теоретическими, учитывая местные условия (крупные города, мелкие государства, государственные границы и т. п.).

Для перехода от местного гражданского времени к поясному и обратно служат формулы:

$$\left. \begin{aligned} T_N &= T_M \pm \lambda W/E \mp NW/E; \\ T_M &= T_N \pm NW/E \mp \lambda W/E, \end{aligned} \right\} \quad (87)$$

где  $N$  — номер часового пояса, определяемый так: долготу места делят на 15° и если дробная часть частного меньше 0,5, то номер часового пояса равен целой части частного; когда же дробная часть больше 0,5, то номер часового пояса больше целой части частного на единицу.

**Пример 28.** 17.IX.85.  $T_M = 7^h 20^m 12^s$  в долготу  $\lambda = 141^\circ 12'$  Е. Найти  $T_N$ .

**Решение.**  $T_M = 7^h 20^m 12^s$  17.IX.85.

$$\lambda_E = 9 \quad 24 \quad 48$$

$$+ \begin{array}{r} T_{гр} = 21 \quad 55 \quad 24 \\ N_E = 9 \end{array} \quad 16.IX.85$$

$$T_N = 6^h 55^m 24^s \quad 17.IX.85$$

Перевод долготы в часовую меру по формуле:  
 $24^h = 360^\circ$ , т. е.  $1^h = 15^\circ$   
 и  $1^\circ = 4^m$ ;  $1^m = 15^s$  и  $1^s = 4^c$ ;  $135^\circ = 9^h$

$$\begin{aligned} 6^\circ &= 0^h 24^m; \\ 0^\circ 12' &= 0^h 00^m 48^s; \end{aligned}$$

$141^\circ 12' = 9^h 24^m 48^s$   
 Определение номера часового пояса:  
 $141^\circ 12' = 141,2^\circ$ ,  
 $141,2^\circ : 15^\circ = 9,4$ , т. е.  
 дробная часть частного меньше 0,5 и  $N = 9$

**Декретное время.** С 1930 г. на территории СССР постановлением СНК введено декретное время  $T_d$ , равное поясному времени, увеличенному на 1 ч, с целью более рационального использования светлого времени суток и перераспределения потребления электроэнергии:

$$T_d = T_N + 1^h = T_{гр} \mp NW/E + 1^h. \quad (88)$$

В некоторых странах декретное время вводится только в летний период и потому называется *летним*; с 1984 г. такое время введено в СССР.

**Судовое время.** Во время плавания при переходе судна из одного часового пояса в другой счет судового времени обычно изменяется: судовые часы переводятся на 1 ч вперед (ночью) при перемещении судна в восточном направлении и на 1 ч назад при перемещении судна в западном направлении. Система счета времени, принятая на судне,



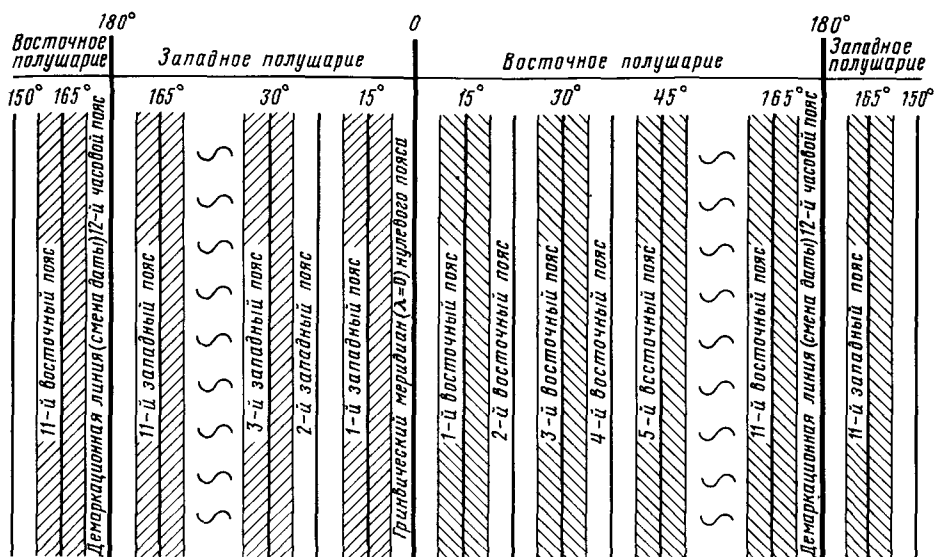


Рис. 84. Часовые пояса мира

называется *судовым временем*  $T_c$ ; его основой является поясное время. Таким образом, судовое время  $T_c$  равно поясному времени  $T_n$  того пояса, по которому установлены судовые часы. Переход от гринвичского времени к судовому и, наоборот, от судового времени к всемирному производится с учетом номера того пояса, по которому идут судовые часы.

**Линия изменения даты.** Если два наблюдателя отправляются от нулевого меридиана в один и тот же физический момент и путешествуют с одинаковой скоростью в строго противоположных направлениях — один в восточном, а другой — в западном, то они должны также одновременно достичь  $180^\circ$ , но с противоположных сторон. Встретившись на  $180$ -градусном меридиане, такие наблюдатели отметят расхождение на одну календарную дату, если во время путешествия они следили за соответствующим переводом стрелок своих часов при переходе из одного часового пояса в следующий. В этой связи при пересечении  $180$ -градусного меридиана производится изменение даты в ближайшую полночь: если судно следует в восточном направлении, то повторяется прежняя дата; если судно следует в западном направлении, то 1 сут пропускаются.

Положение линии смены даты — *демаркационной линии*, проходящей в основном по  $180^\circ$  меридиану, определено международным соглашением и показано на карте часовых поясов (см. рис. 84).

**Измерение времени.** На каждом судне организуется служба времени для определения, хранения и распространения точного времени. Хранение точного времени в промежутках между приемами сигналов

времени по радио в условиях судна осуществляется при помощи хронометра и палубных часов.

*Поправкой хронометра*  $u_{\text{хр}}$  (часов  $u_{\text{ч}}$ ) относительно гражданского гринвичского времени называется разность между всемирным временем и показанием хронометра (часов) в один и тот же момент, т. е. 0:

$$u_{\text{хр}} = T_{\text{гр}} - T_{\text{хр}}; \quad u_{\text{ч}} = T_{\text{гр}} - T_{\text{ч}}. \quad (89)$$

Индикатором качества и надежности работы хронометра (часов) является постоянство его хода. *Ходом хронометра* за некоторый промежуток времени называется величина изменения его поправки за этот промежуток времени. Ход хронометра за 1 сут называется *суточным ходом*. Допустимый суточный ход хронометра при температуре от  $+4$  до  $+36^\circ \text{C}$  не должен превышать 4 с, а разность последовательных суточных ходов — 2,5 с; для палубных часов эти величины не должны превышать соответственно 10 и 6 с. При превышении таких величин хронометр или палубные часы подлежат замене.

## § 36. Измерение и исправление высот светил

**Небесные маяки.** Когда судно выходит в открытое море и гаснут вдали огни самых мощных береговых маяков, мореплаватель остается один на один с бескрайним водным простором. В такой момент может показаться, что уже ничто не поможет ни ему, ни его судну, если он собьется с правильного пути. Но еще в древние времена мореплаватели всех стран научились не только ориентироваться в открытом море по небесным светилам, но и определять с их помощью свое местоположение. С тех пор и до нашего времени всеобщего научно-технического прогресса небесные светила заменяют мореплавателям оставленные на берегу маяки в переносном и прямом смысле этого слова. На самом деле, уже давно наблюдатели в открытом море научились использовать для определения места судна небесные светила так же, как используются береговые маяки. Идея такого использования заключается в следующем.

Представим себе земной шар, окруженный небесной сферой; возьмем любую точку  $S$  (рис. 85) на небесной сфере, считая ее положением некоторого светила с экваториальными координатами  $\delta_s = \angle SA$  и  $t_s = \angle QP_N A = \angle QA$ . Если теперь соединить точку  $S$  с общим центром небесной сферы и земного шара в точке  $O$ , тогда точка  $s$  представит собой проекцию светила  $s$  на поверхность земного шара; такую проекцию  $s$  обычно называют *полюсом освещения светила*. Теперь нетрудно установить географические координаты полюса освещения  $s$ . На самом деле, непосредственно из рис. 85 видно, что широта полюса освещения  $\varphi_s$  равна склонению светила  $\delta_s$ , а долгота точки  $s$  будет равна дуге  $ga$ , если точка  $g$  земного экватора есть точка его пересечения с гринвичским меридианом, т. е. если  $P_N Z Q P_s$  есть меридиан наблюдателя на небесной сфере для наблюдателя на гринвичском меридиане земной поверхности. Если

это так, то можно сделать вывод о том, что географическими координатами полюса освещения являются

$$\varphi_s = \delta_s \text{ и } \lambda_s = t_s^{\text{rp}}. \quad (90)$$

Таким образом, небесное светило  $S$  трансформируется в положение *небесного маяка*  $s$  на земной поверхности. Более того, если, например, измерена высота  $h_s$  светила  $S$  над истинным горизонтом наблюдателя, т. е. может быть рассчитано зенитное расстояние  $Z_s$  этого светила, тогда такое зенитное расстояние  $Z_s = (90^\circ - h_s) = \sphericalangle ZS$ , будучи спроектированным на земную поверхность, трансформируется в расстояние места наблюдателя  $z$  на земной поверхности от полюса освещения  $s$ , равное  $\sphericalangle sz$ . И наоборот, зная географическое положение небесного маяка  $s$  и расстояние места наблюдателя от него  $\sphericalangle sz$ , нетрудно нанести на поверхность земного шара изолинию в виде окружности с центром в точке  $s$  и сферическим радиусом, равным  $\sphericalangle sz$  (аналогия определения места по визуальному расстоянию до ориентира). Если же одновременно измерить высоты двух светил  $S_1$  и  $S_2$ , тогда точно так же можно нанести на земную поверхность две изолинии в виде окружностей с центрами в точках  $s_1$  и  $s_2$  с радиусами, соответственно равными  $\sphericalangle s_1 z$  и  $\sphericalangle s_2 z$ ; пересечение таких двух окружностей даст обсервованное место судна.

Нельзя забывать, однако, что в отличие от береговых ориентиров, сохраняющих свое географическое положение, небесный маяк (полюс освещения) непрерывно изменяет свое географическое положение, в течение суток описывая на поверхности Земли малый круг, совпадающий с географической параллелью, широта которой равна склонению светила. Более того, и склонения ряда светил (Солнце, Луна, планеты) существенно изменяются даже в течение суток. Поэтому понятие о географическом положении небесного маяка имеет смысл только для определенного фиксированного момента времени.

Итак, для нанесения изолинии по результатам астрономического наблюдения светила необходимо:

измерить высоту  $h$  определенного небесного светила в фиксированный момент времени;

определить экваториальные координаты наблюдавшегося светила  $\delta$  и  $t_{\text{гр}}$  и по ним, как по  $\varphi$  и  $\lambda$ , нанести положение полюса освещения такого светила на поверхность земного шара;

определить зенитное расстояние  $Z = (90^\circ - h)$  и его величиной, как радиусом, описать на поверхности Земли окружность

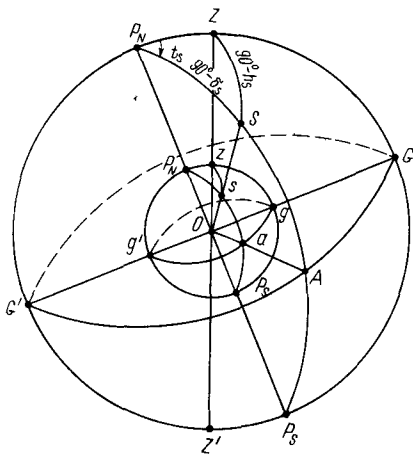


Рис. 85 Небесные маяки

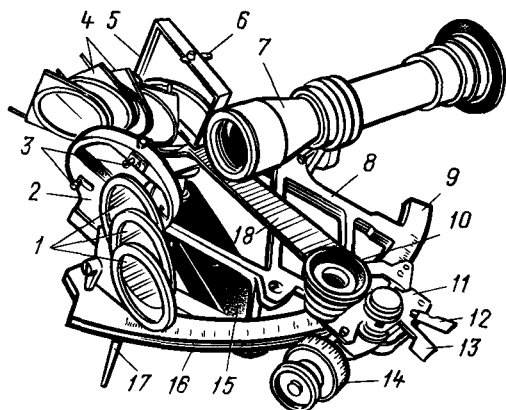


Рис. 86 Секстан СНО-М:

- 1 — светофильтры малого зеркала, 2 — малое зеркало, 3 — регулировочные винты малого зеркала, 4 — светофильтры большого зеркала, 5 — большое зеркало, 6 — регулировочный винт большого зеркала, 7 — астрономическая труба, 8 — рама, 9 — лимб, 10 — лупа-осветитель, 11 — стопорное устройство, 12 — неподвижная ручка, 13 — подвижная ручка, 14 — отсчетное устройство, 15 — рукоятка, 16 — зубчатая рейка, 17 — ножка, 18 — алидада

с центром в положении полюса освещения на земной поверхности;

то же самое проделать в отношении двух либо трех небесных светил и определить общую для всех трех окружностей точку пересечения, как обсервованное место судна.

**Секстан.** Основным морским угломерным инструментом, служащим для измерения высот светил над видимым горизонтом или углов между земными ориентирами, видимыми с судна, является секстан — отражательный угломерный инструмент (рис. 86), существенной особенностью которого является то, что им можно с достаточной степенью точности измерять углы на судне с руки, без помощи штатива или стационарной установки. Умелое обращение с секстаном — одно из основных условий, обеспечивающих получение точных результатов измерений и сохранения прибора. Каждый секстан имеет свою инструментальную погрешность  $s$ , зависящую от величины измеренного угла. Кроме того, перед каждой серией наблюдений с помощью секстана определяют погрешность индекса секстана  $ci$ . Таким образом, суммарная инструментальная поправка отсчетов, получаемых с помощью секстана, представляет собой выражение  $(ci + s)$ .

Для измерения высоты светила алидаду 18 ставят на деление  $0^\circ$  на лимбе 9 и через трубу 7 усматривают выбранное для наблюдения светило: в поле зрения видны, как правило, два его изображения — прямовидимое и дважды отраженное. Передвигая алидаду от себя и не упуская из поля зрениядвигающегося при этом дважды отраженного изображения светила, действуют таким образом до тех пор, пока в поле зрения не покажется прямовидимое изображение видимого горизонта наблюдателя. При появлении изображения горизонта алидаду стопорят и далее оперируют винтом отсчетного устройства 14, подводя изображение светила к изображению горизонта. Для фиксирования вертикальности положения секстана им слегка покачивают вокруг оси трубы 7; при этом светило описывает небольшую дугу вблизи прямой линии видимого горизонта. В момент касания

изображения светила с линией видимого горизонта вращение винта отсчетного устройства 14 прекращают, считая процесс измерения высоты законченным. Этот момент фиксируют по хронометру и снимают с отсчетного устройства 14 отсчет секстана  $oc$ .

**Исправление измеренных высот светил.** Если измерялась высота звезды, то измеренная ее высота  $h' = [oc \pm (ci + s)]$  исправляется в видимую  $h_v$  путем вычитания из  $h'$  величины наклона видимого горизонта наблюдателя (см. § 16), т. е.

$$h_v = h' - d = [oc \pm (ci + s)] - d \quad (91)$$

В свою очередь видимая высота  $h_v$  исправляется в наблюдаемую (истинную)  $h_o$ , т. е.

$$h_o = h_v - \rho = [oc \pm (ci + s)] - d - \rho, \quad (92)$$

где  $\rho$  — величина астрономической рефракции, всегда также вычитаемая из результата измерения

Величины наклона горизонта  $d$  и рефракции  $\rho$  выбирают из соответствующих МТ.

Высоты Солнца и Луны дополнительно исправляются за величину их полудиаметра и за параллакс. В МТ есть специальные таблицы общих поправок для Солнца и Луны, включающих все четыре вида вышеперечисленных поправок.

### § 37. Астрономическая обсервация

МАЕ представляет собой собрание астрономических таблиц, издаваемое ежегодно и содержащее экваториальные координаты Солнца, Луны, планет и наиболее ярких (навигационных) звезд, а также ряд других полезных наблюдателю сведений. Основным аргументом для входа в ежедневные таблицы МАЕ являются гринвичская дата и всемирное время, соответствующее моменту произведенного наблюдения. В начале МАЕ приведено описание помещенных в нем данных, сопровождаемое решением подробных примеров.

**Астрономическая линия положения.** Определив координаты полюса освещения  $\varphi_s = \delta_s$  и  $\lambda_s = t_s^{rp}$ , нетрудно нанести его на изображение земной поверхности — карту. Такой полюс освещения  $s$  может, однако, находиться на значительном удалении от счислимого места судна  $M_{сч}$  (рис. 87). Иногда такое расстояние может достигать нескольких тысяч миль, поэтому нанести полюс освещения на ту же карту, где находится счисляемое место судна, можно только в том случае, если такая карта охватывает большой район, т. е. если это — мелкомасштабная карта. Если смириться с мелкомасштабностью карты, то все же построение на меркаторской карте такой изолинии, которая на поверхности Земли представляет собой окружность большого радиуса (до нескольких тысяч миль), оказывается практически исключительно трудным делом. Пусть высота наблюдавшегося светила  $h_s = 45^\circ$ , тогда  $Z_s = (90^\circ - h_s) = (90^\circ - 45^\circ) = 45^\circ = (45 \times 60)' = 2700$  милям. В связи с вышесказанным к прямому построе-

нию изолинии при астрономических наблюдениях прибегают только в том редком случае, когда  $Z \leq 2^\circ = (2.60)' = 120$  милям и судно находится в районе экватора, для которого искажения вдоль меридиана на меркаторской карте крайне незначительны. Такой «прямой» способ так и называют определением места судна по высотам Солнца, высота которого более  $88^\circ$ . Во всех же остальных случаях применяют косвенный способ, заключающийся в замене небольшого участка изолиний (сферической окружности) прямой линией положения, касательной к изолинии вблизи счислимого места.

$$\operatorname{ctg} A_c = \operatorname{tg} \delta \sin \varphi_c \operatorname{cosec} (\lambda_c - t_{rp}) - \cos (\lambda_c - t_{rp}) \sin \varphi_c. \quad (93)$$

Из рис. 87 следует, что перенос

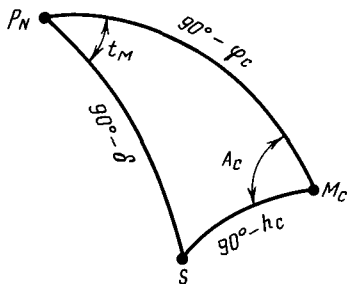
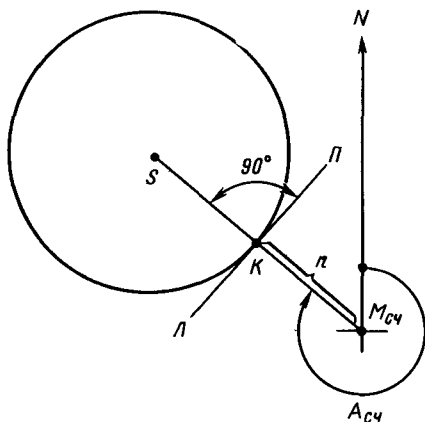


Рис. 87. Астрономическая линия положения

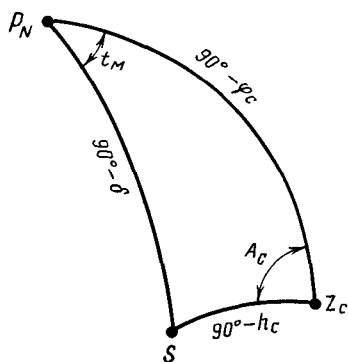


Рис. 89. Элементы астрономической линии положения на небесной сфере

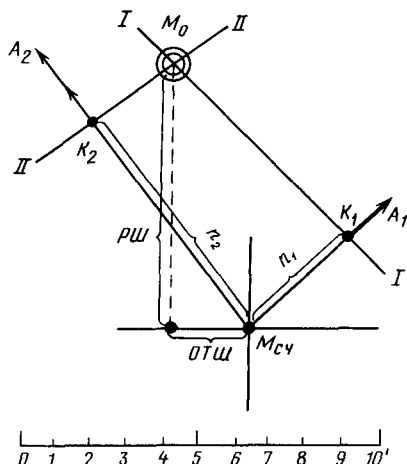


Рис. 90. Прокладка линий положения на листе чистой бумаги

$$M_{cs} = Z_c = (90^\circ - h_c), \quad (95)$$

где  $K_s$  — радиус изолинии, равный  $Z_o = (90^\circ - h_o)$ ;  
 $h_o$  — высота светила, полученная из наблюдений и исправленная;  
 $h_c$  — та высота светила, которую наблюдатель получил бы, если бы он действительно находился в точке  $M_c$ .

Таким образом, перенос

$$n = 90^\circ - h_c - 90^\circ + h_o = h_o - h_c, \quad (96)$$

т. е. для получения величины переноса необходимо, кроме  $h_o$ , знать также величину  $h_c$ . Эта высота является элементом сферического треугольника  $P_N Z_c S$  (рис. 89) и может быть рассчитана по формуле

$$\sin h_c = \sin \varphi_c \sin \delta + \cos \varphi_c \cos \delta \cos (t_{rp} \pm \lambda E/W). \quad (97)$$

В формуле (97) справа все величины известны, значит,  $h_c$  может быть вычислена.

Все действия по определению элементов линии положения и ее прокладки на листе чистой бумаги показаны в примере 29.

**Пример 29.** 25.VI. 79. Бискайский залив.  $T_c = 19^\circ 19'$ ;  $ол = 12,4'$ ;  $\varphi_c = 46^\circ 13,8'N$ ;  $\lambda_c = 12^\circ 05,3'W$ ;  $ИК = 170,0^\circ$ ;  $V_n = 17,0$  уз. Измерены высоты звезд:

Денеб  $T_{xp1} = 7^\circ 06'51''$ ,  $oc_1 = 21^\circ 50,7'$ ,  $s_1 = -1,1'$ ;

Капелла  $T_{xp2} = 7^\circ 11'39''$ ,  $oc_2 = 14^\circ 13,1'$ ,  $s_2 = -1,6'$ ;

$ci = +0,7'$ ;  $u_{xp} = +58^\circ 04'$ ; высота глаза наблюдателя  $e = 14,3$  м.

Определить obserвованные координаты судна  $\varphi_o$  и  $\lambda_o$ .

**Решение.** 1) установление гринвичской даты наблюдения:

$T_c = 19^\circ 19'$  25.VI.79

$N_w = 1^\circ$

$T_{rp} = 20^\circ 19'$  25.VI.79

2) исправление измеренных высот с помощью МТ:

3) определение склонений и часовых углов по МАЕ:

| Светила             | Денеб                                   | Капелла                                 |
|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ос<br>$ct + s$      | $21^{\circ}50,7'$<br>$-0,4'$            | $14^{\circ}13,1'$<br>$-0,9'$            |
| $h'$                | $21^{\circ}50,3'$                       | $14^{\circ}12,2'$                       |
| $d$                 | $-6,7'$                                 | $-6,7'$                                 |
| $h_n$<br>$\Delta h$ | $21^{\circ}43,6'$<br>$-2,1'$            | $14^{\circ}05,5'$<br>$-3,3'$            |
| $h_o$<br>$h_c$      | $21^{\circ}41,5'$<br>$-21^{\circ}35,7'$ | $14^{\circ}02,2'$<br>$-13^{\circ}52,6'$ |
| $n$                 | $+5,8'$                                 | $+9,6'$                                 |
| $A_c$               | $46,4^{\circ}$                          | $324,4^{\circ}$                         |

| Светила                     | Денеб                                       | Капелла                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| $T_{xp} + 12^h$<br>$U_{xp}$ | $19^{\circ}06^m51^s$<br>$+58\ 04$           | $19^{\circ}11^m39^s$<br>$+58\ 04$ |
| $T_{rp}$                    | $20^{\circ}04^m55^s$                        | $20^{\circ}09^m43^s$              |
| $S$<br>$\Delta S$           | $213^{\circ}46,7'$<br>$1\ 14,0'$            | $213^{\circ}46,7'$<br>$2\ 26,1$   |
| $S_{rp}$<br>$\lambda_w$     | $215^{\circ}00,7'$<br>$-12\ 05,3$           | $216^{\circ}12,8'$<br>$-12\ 05,3$ |
| $S_m$<br>$\alpha$           | $202^{\circ}55,4'$<br>$-310\ 06,2$          | $204^{\circ}07,5'$<br>$-78\ 36,0$ |
| $t_m$                       | $252^{\circ}49,2'W$<br>$107^{\circ}10,8\ E$ | $125^{\circ}31,5'W$               |
| $\delta$                    | $45^{\circ}10,0'N$                          | $45^{\circ}58,2'N$                |

4) вычисление  $h_c$  и  $A_c$

|             |                    |         |                   |           |          |            |                                        |         |
|-------------|--------------------|---------|-------------------|-----------|----------|------------|----------------------------------------|---------|
| $\varphi_c$ | $46^{\circ}13,8'N$ | $\sin$  | 9 85 861          | $\cos$    | 9 83 996 | $\sec h_c$ | 0 03160                                | Денеб   |
| $\delta$    | $45\ 10,0\ N$      | $\sin$  | 9 85 074          | $\cos$    | 9 84 822 | $\cos$     | 9 84 822                               |         |
| $t_m$       | $107\ 10,8$        | —       | —                 | $\cos$    | 9 47 037 | $\sin$     | 9 98 018                               |         |
|             |                    | $+1$    | 9 70 935          | $-\Pi$    | 9 15 855 | $\sin A_c$ | 9 86 000                               |         |
|             |                    | $\beta$ | 9 85 653          | $A\Gamma$ | 0 55 080 | $A_c$      | $46^{\circ}25,0'NE$<br>$46,4^{\circ}$  |         |
|             |                    | $\sin$  | 9 56 588          |           |          |            |                                        |         |
|             |                    | $h_c$   | $21^{\circ}35,7'$ |           |          |            |                                        |         |
| $\varphi_c$ | $46^{\circ}13,8'N$ | $\sin$  | 9 85 861          | $\cos$    | 9 83 996 | $\sec h_c$ | 0 01287                                | Капелла |
| $\delta$    | $45\ 58,2\ N$      | $\sin$  | 9 85 671          | $\cos$    | 9 84 201 | $\cos$     | 9 84201                                |         |
| $t_m$       | $125\ 31,5$        | —       | —                 | $\cos$    | 9 76 422 | $\sin$     | 9 91055                                |         |
|             |                    | $+1$    | 9 71 532          | $-\Pi$    | 9 44 619 | $\sin A_c$ | 9 76543                                |         |
|             |                    | $\beta$ | 9 66 454          | $A\Gamma$ | 0 26 913 | $A_c$      | $35^{\circ}38,3'NW$<br>$324,4^{\circ}$ |         |
|             |                    | $\sin$  | 9 37 986          |           |          |            |                                        |         |
|             |                    | $h_c$   | $13^{\circ}52,5'$ |           |          |            |                                        |         |



5) прокладка (рис 90).

|             |            |             |            |
|-------------|------------|-------------|------------|
| $\varphi_c$ | 46°13,8' N | $\lambda_c$ | 12°05,3' W |
| + PШ        | 7,7' к N   |             | 4,3' к W   |
| $\varphi_o$ | 46°21,5' N | $\lambda_o$ | 12°09,6' W |

ОТШ = 2,2' к W,  $\varphi_r = 46,2^\circ$ , РД = 4,3' к W

**Другие задачи мореходной астрономии.** Из других полезных задач следует отметить возможность определения поправки судового курсоуказателя с помощью наблюдения небесных светил. Идея метода заключается в следующем: с помощью судового курсоуказателя измеряют компасный пеленг какого-либо небесного светила и, если нужно, замечают момент наблюдения по хронометру. Далее рассчитывают истинный пеленг (азимут) наблюдавшегося светила по одной из формул сферической тригонометрии как элемент параллактического треугольника: сравнение вычисленного азимута светила с его компасным пеленгом на тот же момент времени позволяет определить поправку курсоуказателя к разность. Такой способ определения поправки курсоуказателя в открытом море очень прост, надежен и потому широко используется судоводителями в их практической работе.

### § 38. Радиолокационные станции

**Принцип действия РЛС.** Электромагнитные волны в однородной среде распространяются прямолинейно с практически постоянной скоростью  $3 \cdot 10^8$  м/с. Если эти волны имеют длину менее 1 м, они отражаются и рассеиваются любыми телами, электрические свойства которых отличаются от свойств среды, в которой происходит распространение. Такое отражение и рассеивание тем интенсивнее, чем больше размеры препятствий на пути распространения радиоволн и чем выше их электрическая проводимость. Отмеченные два свойства сантиметровых радиоволн позволяют определять расстояние до объектов, встречающихся на их пути, методом измерения времени от момента излучения сигнала до момента приема отраженного от объекта радио-эхо. Промежутки времени в этом случае измеряются миллионными долями секунды — микросекундами. Визуальная индикация таких промежутков возможна только с помощью специального устройства — электронно-лучевой трубки.

В судовых радиолокаторах электромагнитная волна излучается в виде узкого пучка, ширина которого по горизонту  $\approx 1^\circ$ , а по вертикали  $\approx 25^\circ$ . Такой поисковый радиолуч вращается по горизонту с угловой скоростью 20—30 об/мин, т. е. примерно  $1^\circ$  за 0,006 с, так что если смотреть на круглый экран электронно-лучевой трубки

работающего РЛС в открытом море при отсутствии окружающих судно объектов, то на черном фоне экрана можно видеть равномерно вращающийся светящийся радиус экрана: эту проекцию вращающейся антенны называют *разверткой*. Длина радиуса развертки соответствует дальности действия РЛС, которая в зависимости от избранного масштаба (шкалы дальности) может переключением специальных тумблеров изменяться от 50—60 миль до долей мили. Если, например, избрана шкала 50 миль, то посланный с судна радиопульс пробежит такое расстояние от центра экрана до его края и обратно (т. е. 100 миль) примерно за  $0,0006$  с (при скорости  $3 \cdot 10^8$  м/с). За это время антенна радиолокатора успеет повернуться лишь на  $0,1^\circ$ . Такая частота «ощупывания» окружающего судно пространства позволяет получать достаточную информацию для определения направления (пеленга) и расстояния до него.

Как только пробегающий по радиусу развертки импульс «наткнется» на отраженный от внешнего объекта эхо-сигнал, так немедленно в этом месте экрана произойдет резкое увеличение свечения экрана. Причем развертка пойдет дальше в своем круговом движении, а засветившаяся точка будет сохранять свое свечение по крайней мере до следующего прихода развертки в эту же точку (явление «послесвечения экрана»). Таким образом на экране РЛС вырисовываются контуры отражающего сигналы объекта, отдельные точки которого можно пеленговать и измерять до них расстояние.

Как видно, судовой радиолокатор как бы позволяет судоводителю прозреть в условиях тумана, темной ночи либо пурги. На самом же деле, это не совсем так. Во-первых, радиолокатор хорошо работает именно в хорошую погоду, а вот во время снегопада, шторма и других видов непогоды его надежность порой существенно ухудшается. Во-вторых, возможности радиолокатора для «слепого плавания» скорее можно сравнить не с радиотехническими «глазами», а с «радиопалочкой», подобной той, которой пользуются слепые. Такая «палочка» оказывает исключительно важную помощь при плавании в условиях пониженной видимости, но она ни в коем случае не заменяет визуального наблюдения за окружающей судно обстановкой.

Изображение на экране РЛС может быть ориентировано относительно истинного меридиана либо относительно диаметральной плоскости. Преимущества первой — в стационарности изображения на экране вне зависимости от маневрирования судна; вторая удобна при плавании в узкостях.

В любом случае центральная точка экрана всегда представляет собой положение судна, т. е. все перемещения на экране представляются движением не истинное, а относительное. Некоторые РЛС позволяют осуществлять индикацию истинного движения на экране. В этом случае начало развертки, т. е. то, что при относительной индикации всегда располагается в центре экрана, перемещается по экрану в направлении и со скоростью, соответствующими движению судна.

**Основные характеристики.** Максимальная дальность обнаружения объектов зависит от технических параметров РЛС, формы и размеров наблюдаемых объектов, состояния атмосферы и высоты антен-

ны над уровнем моря. В стандартной атмосфере за счет некоторого искривления радиолуча радиолокационный горизонт  $D$  превышает оптический и составляет

$$D = 2,2(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}), \text{ мили} \quad (98)$$

Здесь  $H_1$  и  $H_2$  — соответственно высота антенны РЛС и объекта, м.

В табл. 9 приведены дальности обнаружения различных объектов при высоте установки антенны 20 м над уровнем моря.

*Минимальной дальностью РЛС* называется то расстояние до объекта, на котором его отметка на экране не сливается с отметкой своего судна (не более 50 м).

*Разрешающая способность по расстоянию* — минимальное расстояние между объектами, расположенными по одному и тому же пеленгу, при котором такие объекты изображаются на экране РЛС раздельно.

*Разрешающая способность по углу* — минимальный угол, при котором находящиеся на одинаковом удалении от судна два объекта, располагающиеся по разным пеленгам, изображаются на экране РЛС раздельно.

*Погрешность измерения направления* — разность между истинным направлением на объект и направлением, измеренным РЛС путем взятия единичного отсчета.

*Погрешность измерения расстояния* — разность между истинным расстоянием до объекта и расстоянием, измеренным РЛС путем взятия единичного отсчета.

Ряд технических характеристик наиболее распространенных отечественных РЛС приведен в табл. 10.

**Средства улучшения радиолокационной наблюдаемости.** Отражающую способность малого объекта можно увеличить, установив на нем уголкового отражателя, образованный внутренней поверхностью трехгранного прямого угла, составленного тремя металлическими

Таблица 9

| Вид объекта                                             | Дальность обнаружения, мили |                    |                   |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
|                                                         | РЛС «Дон»                   | РЛС «Океан»        |                   |
|                                                         |                             | на волне<br>3,2 см | на волне<br>10 см |
| Средний морской буй без отражателя                      | 4,0—4,5                     | 4,5—5,0            | 4,0—4,5           |
| Средний морской буй с отражателем                       | 6,0—7,0                     | 7,5—8,0            | 5,0—5,5           |
| Суда 300—500 т                                          | 8—10                        | 10—11              | 9—10              |
| Суда 3000—4000 т                                        | 13—15                       | 13—15              | 12—13             |
| Суда 7000—10 000 т                                      | 15—17                       | 16—18              | 13—15             |
| Отдельно стоящие маяки высотой 30—40 м над уровнем моря | 18—20                       | 20—22              | 18—20             |
| Низкий берег (до 10 м)                                  | 8—10                        | 8—10               | 8—10              |
| Берег высотой 40 м                                      | 15—20                       | 24—26              | 24—26             |
| Берег с высотами до 300 м                               | 40—42                       | 40—43              | 40—45             |

| Параметры РЛС                                             | Типы РЛС |         |      |           |
|-----------------------------------------------------------|----------|---------|------|-----------|
|                                                           | «Дон»    | «Океан» |      | «Наяда-5» |
| Длина волны, см                                           | 3,2      | 3,2     | 10   | 3,2       |
| Ширина диаграммы антенны в горизонтальной плоскости, град | 1,1      | 0,7     | 2,3  | 0,7       |
| Ширина диаграммы антенны в вертикальной плоскости, град   | 20,0     | 20,0    | 20,0 | 20,0      |
| Максимальная дальность обнаружения, мили:                 |          |         |      |           |
| судно вместимостью 5 тыс. брутто рег. т                   | 14       | 13      | 13   | 17        |
| навигационный буй                                         | 3        | 4       | 4    | 3,5       |
| Минимальная дальность, м                                  | 50       | 40      | 70   | 50        |
| Разрешающая способность:                                  |          |         |      |           |
| по дальности, м                                           | 25       | 15      | 15   | 20        |
| по углу, град                                             | 1        | 0,8     | 2,5  | 0,9       |
| Погрешности измерения:                                    |          |         |      |           |
| дальности, % от шкалы                                     | 1        | 1       | 1    | 1         |
| направления, град                                         | 1        | 1       | 1    | 1         |

листами. Установка таких отражателей на буйах повышает дальность их обнаружения до 6—8 миль и улучшает наблюдение на фоне помех от волнения. Дальность обнаружения спасательной шлюпки с уголковым отражателем, имеющим сторону 40 см, увеличивается с 3 до 7 миль. Установка отражателей на плавучих и береговых маяках увеличивает дальность их обнаружения до 16—18 миль. Подобные отражатели называют *пассивными*.

При плавании вблизи берегов возникают трудности выделения и опознавания сигнала навигационного знака на фоне сигналов от береговой черты либо отметки плавмаяка на фоне отметок от находящихся поблизости судов. *Радиолокационный маяк-ответчик (РМО)* представляет собой устройство, при поступлении на вход которого импульсов работающей судовой РЛС излучаются ответные импульсы или их кодовое сочетание. Такие ответные сигналы воспроизводятся на экране судовой РЛС, как правило, в виде сплошной радиальной линии длиной примерно 4 мили, начинающейся на расстоянии, соответствующем местоположению излучающего ее маяка-ответчика. В иностранной практике такие активные радиолокационные отражатели получили название «Ракон» (Racon — сокращение от Radar Beacon). При навигационном использовании РМО дистанция измеряется от начала отметки.

**Помехи радиолокационному наблюдению.** Помехи от морского волнения выражаются в засветке экрана от волн. Радиус засветки зависит от состояния моря и может достигать 6—7 миль при сильном волнении. На фоне такой засветки могут быть замаскированы даже сильные сигналы от судов, буйев и т. п.

Выпадающие осадки, а также низкие, насыщенные влагой облака могут обнаруживаться на экране так же, как и обычные объекты, эхо-сигналы от которых могут быть тем самым замаскированными.

Такие помехи меньше проявляются на крупномасштабных шкалах РЛС.

Сигналы от близко расположенного объекта могут быть получены двумя путями: путем прямого облучения и путем облучения за счет отражения от судовых надстроек. Это приводит к появлению на экране двух сигналов — одного (истинного) на истинном направлении и на правильном расстоянии, другого (ложного) на таком же расстоянии, но в теневой зоне. Для выбора верного сигнала бывает достаточным знание теневых секторов судовой РЛС.

Теневыми секторами называют секторы обзора РЛС, в которых вследствие влияния судовых препятствий (мачты, трубы и др.) дальность действия станции уменьшается либо объект совершенно не обнаруживается.

Помехи от работающих РЛС возникают при наличии поблизости другого судна, работающего радиолокатором того же частотного диапазона.

На судне все приборы РЛС, за исключением основного, устанавливают в специальном хорошо вентилируемом помещении. Основной прибор с индикатором кругового обзора устанавливают в рулевой рубке или в общем штурманском пульте.

**Береговые РЛС.** Проводку судов по сложным фарватерам и в порт в условиях плохой видимости можно осуществлять с помощью береговых РЛС (БРЛС), обладающих более высокой по сравнению с судовыми РЛС разрешающей способностью по пеленгу и расстоянию. В настоящее время БРЛС установлены более чем в 60 зарубежных портах. В советских портах используют БРЛС «Раскат» отечественной конструкции. В порту Находка сооружается автоматизированная телеуправляемая радиолокационная система управления движением судов (АСУДС). Имеются телеуправляемые автоматизированные системы и в ряде портов за рубежом: в Гамбурге на р. Эльба и на Нижнем Везере (ФРГ), в Гавре и на р. Жиронда (Франция), на р. Темза (Великобритания). Автоматическая система на трассе нижняя Эльба — Гамбург обслуживает наиболее оживленный участок морских путей на подходах к Кильскому каналу и Гамбургу; она состоит из 11 БРЛС, объединенных в три группы (рис. 91). Три автоматизированных диспетчерских центра БРЛС осуществляют радиолокационную проводку по трассе, общая протяженность которой достигает 150 км. Управление движением судов осуществляется с помощью визуальной оценки их положений относительно оси фарватера на экране БРЛС и передачи информации о маршрутных координатах судна для судоводителей по специальной радиолинии. Погрешность измерения расстояния до оси канала составляет 10 м, а до характерных ориентиров на канале — 20 м. Существенным недостатком визуального метода проводки судов с БРЛС является ограниченная пропускная способность системы (БРЛС — оператор — судно). В сооруженной в порту Находка системе проводка осуществляется с помощью ЦВМ из диспетчерского центра. Ввод информации в такую ЦВМ осуществляется от миниатюрного радиолокационного маяка-ответчика на борту судна, доставляемого лоцманом. По при-

бытии на борт лоцман сообщает по радиотелефону свой номер, наименование судна и его назначение, осадку и вид груза; эти данные вводятся в запоминающее устройство ЦВМ. При работе системы одновременно с импульсом БРЛС излучается запросный кодированный сигнал; судовой ответчик излучает ответный сигнал, код которого соответствует номеру лоцмана. Этот сигнал обрабатывается в ЦВМ вместе с отраженным от судна сигналом, вычисляется расстояние

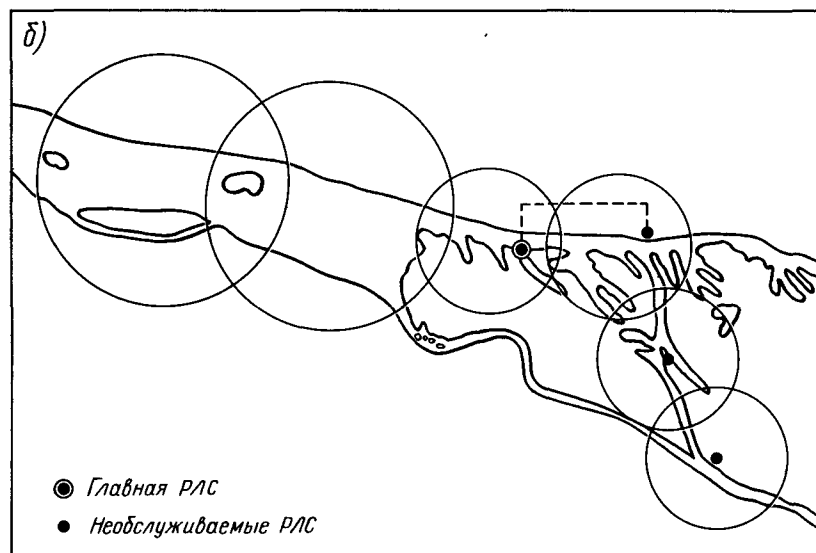
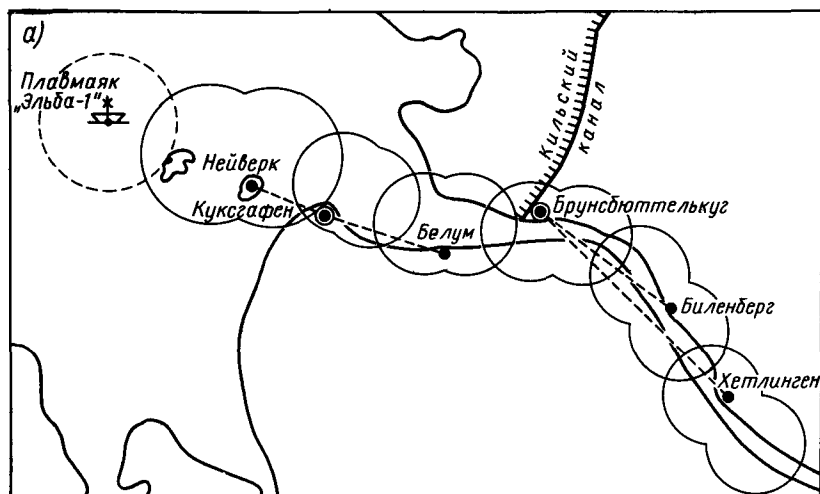


Рис 91 Рабочие зоны системы БРЛС  
а — нижней Эльбы, б — Гамбурга

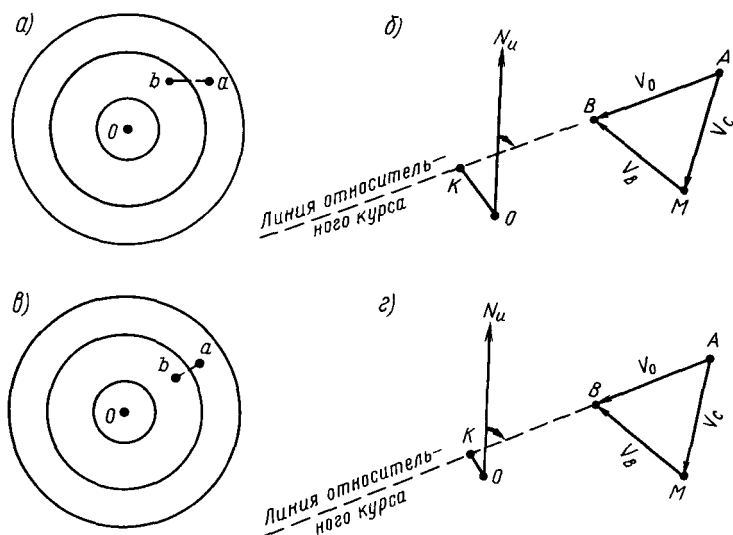


Рис. 92. Определение элементов движения встречного судна

до оси канала и до ближайшей точки поворота. Все эти данные автоматически передаются на судно по УКВ связи и индицируются на лоцманском приемоиндикаторе. Последовательность запросов различных судов программируется в ЦВМ. Данные о положении судна передают с БРЛС через каждые 10 с; каждые 5 мин эти данные передают в центр контроля, а также на соседние БРЛС для передачи судна под проводку при подходе к зоне их действия.

**Использование РЛС на судне.** Современная судовая РЛС позволяет обнаруживать объекты в море на расстоянии 50 миль и более. С помощью РЛС можно определять место судна, дрейф и элементы течения, осуществлять проводку в узкостях при плохой видимости, уточнять маневренные элементы судна и элементы движения другого судна и т. д. Судовая РЛС не связана с береговыми устройствами, она полностью автономна. Из всех способов определения места судна с помощью судовой РЛС предпочтение следует отдавать тем, которые основаны на измерении радиолокационных расстояний, так как они измеряются точнее, нежели радиолокационные пеленги. Особую ценность судовая РЛС имеет для предупреждения столкновений судов в море, так как позволяет заблаговременно обнаружить встречное судно, определить вероятность опасного сближения и принять меры для его устранения согласно МППСС-72. Наиболее просто и быстро такая задача решается способом относительной прокладки, заключающейся в следующем. На листе чистой бумаги отмечают точку  $O$  (рис. 92, б и з), принимаемую за место своего судна; на экране РЛС этой точке соответствует центр развертки (центр экрана); через точку  $O$  проводят линию истинного меридиана  $ON_u$ . Обнаружив на экране РЛС эхо-сигнал другого судна (точка  $a$  на рис. 92, а и б),





завышенной оценке навигационных возможностей судовых РЛС. В этой связи появление на флоте судовых РЛС не уменьшило значения других радиотехнических средств.

### § 39. Радиопеленгование

**Направленный прием электромагнитной энергии** осуществляют с помощью специальной антенны в виде рамки (рис. 94). Если такую антенну поместить в электромагнитное поле, то последнее наведет э. д. с. только в вертикальных сторонах рамки: горизонтальная часть рамки в приеме не участвует. Наведенные  $e_a$  и  $e_b$  всегда будут противоположны по направлению и только в одном случае будут равны по абсолютной величине: когда рамка расположится под прямым углом ( $\varphi = 90^\circ$ ) к направлению распространения электромагнитной волны (рис. 95, а). В этом случае результирующая э. д. с.  $E$  и сила звука в приемнике окажутся равными нулю.

Когда плоскость рамки совпадает с направлением движения радиоволны ( $\varphi = 0$ ), тогда между  $e_a$  и  $e_b$  будет существовать некоторый сдвиг фаз, обусловленный временем прохождения радиоволны от одной стороны рамки  $a$  до другой ее стороны  $b$  (рис. 95, б). В этом случае  $e_a \neq e_b$  и в рамке появится максимальная результирующая э. д. с.  $E_{\text{макс}} \neq 0$ , а в приемнике — звук. Тогда  $E_{\text{макс}}$  может быть выражена формулой

$$E_{\text{макс}} = E_m 2\pi N S / \lambda, \quad (99)$$

где  $S$  — площадь витка рамки,  $\text{м}^2$ ;

$N$  — число витков катушки рамки;

$E_m$  — амплитуда напряженности электрического поля электромагнитной волны,  $\text{В/м}$ ;

$\lambda$  — длина волны,  $\text{м}$ .

В общем случае для результирующей э. д. с. применяют формулу

$$E = E_{\text{макс}} \cos \varphi. \quad (100)$$

При вращении приемной рамки сила принимаемого сигнала изменяется от минимума ( $\varphi = 90^\circ$ ) до максимума ( $\varphi = 0^\circ$ ), что дает возможность определить направление на передатчик. Анализ формулы (100) показывает, что определение направления на передатчик по минимуму слышимости будет точнее, чем по максимуму слышимости. На рис. 96 построена приемная характеристика рамочной антенны в полярных координатах: как видно, в результате соединения концов векторов результирующих э. д. с. при различных значениях угла  $\varphi$  приемная характеристика рамки получается в виде двух соприкасающихся окружностей (восьмерки). Значения э. д. с. в рамке, лежащие в правой половине восьмерки, являются положительными, а лежащие в левой половине — отрицательными.

В настоящее время получили распространение радиопеленгаторы с антенным устройством в виде двух взаимно перпендикулярных

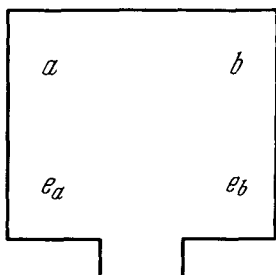


Рис. 94. Рамочная антенна

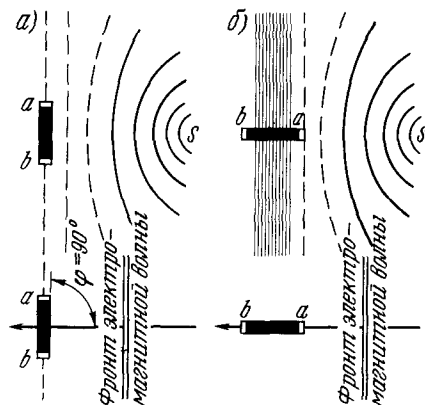


Рис. 95. Прием электромагнитной энергии на рамку:

$a - \varphi = 90^\circ$ ,  $b - \varphi = 0^\circ$

неподвижных рамок и гониометра. Гониометр (рис. 97) состоит из трех многovitковых катушек. Две катушки 1 (полевые) неподвижны, взаимно перпендикулярны и соединены каждая с одной из рамок антенны 3 и 4. Третья катушка — искатель 2 — находится внутри полевых катушек и соединена с приемником 5. Вращение искательной катушки 2 наводит в ней э. д. с. той или иной силы в зависимости от расположения передатчика относительно неподвижных рамок антенны. Таким образом, искатель 2 заменяет одиночную поворотную рамку. Представителем таких типов радиопеленгаторов является слуховой радиопеленгатор «Рыбка», приемогионометрическое устройство которого приведено на рис. 98.

В последнее время на судах морского флота большее применение находят визуальные радиопеленгаторы, в которых сигналы с выходов каждой рамки поступают к отклоняющим пластинам специальной электронно-лучевой трубки, осуществляющей сравнение поступающих напряжений визуальным образом: на экране высвечивается яркая прямая в виде луча, наклон которой по отношению к азиму-

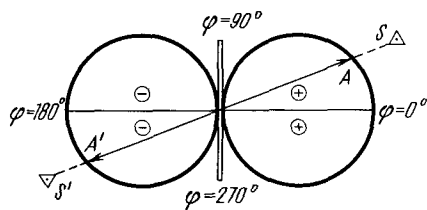


Рис. 96. Приемная характеристика рамочной антенны

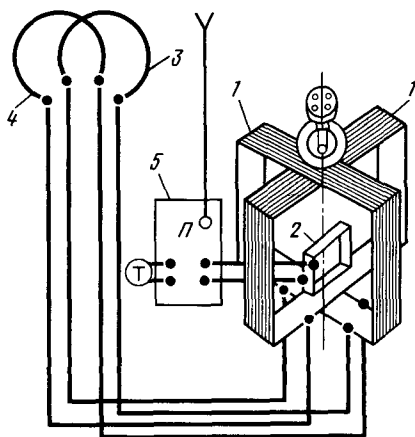


Рис. 97. Гониометр:

1 — полевые катушки; 2 — катушка-искатель; 3 и 4 — рамки антенны; 5 — приемник

тальному кругу определяет курсовой угол на пеленгуемый радиомаяк. На рис. 99 показано приемогионометрическое устройство визуального радиопеленгатора типа «Румб».

**Использование радиопеленгатора на судне.** Место судна радиопеленгами определяется так же, как визуальным пеленгованием. Поэтому для определения по радиопеленгам можно применять все способы, описанные в § 48. Кроме того, при помощи радиопеленгатора можно решать и ряд специальных задач, например, как выйти кратчайшим путем на маяк, снабженный радиопередатчиком, к терпящему бедствие судну (если оно подает радиосигналы) и т. д. Радиопеленгаторы являются самыми распространенными радиоприборами для судовождения ввиду их относительно небольшой стоимости, простоты обслуживания и надежности в работе, а также возможности определения места вне зависимости от условий видимости на расстояниях до 200 миль.

При установке радиопеленгатора на судне его рамку вместе с неподвижным азимутальным кругом ориентируют относительно диаметральной плоскости судна или линии и параллельно ей (рис. 100). Если передающая радиостанция расположена в точке  $R$ , то при минимуме слышимости ее сигнала индекс рамки (или гониометра) должен занять положение, отмеченное пунктиром, а отсчет на азимутальном круге представит отсчет радиокурсового угла (ОРКУ) радиостанции. Вне зависимости от конструкции радиопеленгатора ОРКУ отсчитывается по лимбу азимутального круга от 0 до 360° по часовой стрелке. Поэтому для получения радиопеленга ИРП к ОРКУ следовало бы прибавлять ИК.

Однако из-за радиодевииации  $f \neq 0$  полученный непосредственно из наблюдений радиоотсчет ОРКУ не равен истинному радиокурсовому углу РКУ (рис. 101) и отличается от него на величину угла радиодевииации  $f$ .

Радиодевииация на металлическом судне вызывается вторичным излучением всех его металлических частей под влиянием первичного излучения — электромагнитного поля самого пеленгуемого сигнала; находящиеся под током высокой частоты металлические части судна

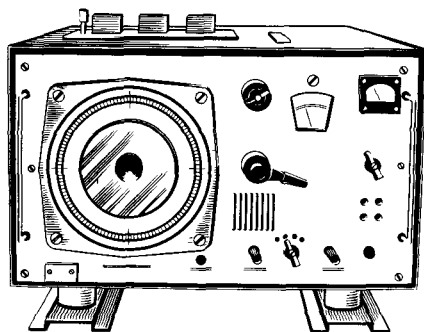


Рис. 98. Радиопеленгатор «Рыбка»

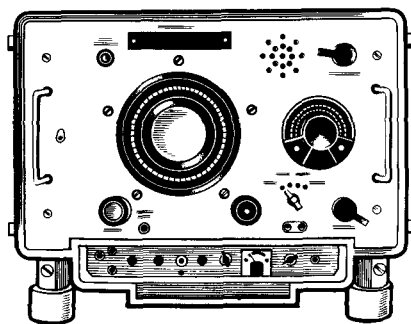


Рис. 99. Радиопеленгатор «Румб»

сами превращаются в излучатели электромагнитной энергии. Таким образом, рамка пеленгатора оказывается под воздействием основного первичного поля и дополнительных вторичных полей. В результате интерференции вектор суммарного поля отклоняется от вектора первичного поля на некоторый угол  $f$ , называемый *углом радиодевииации*. Такой угол имеет различные значения для различных курсовых углов приходящего радиосигнала.

Итак, если  $f \neq 0$ , то истинный радиокурсовой угол  $РКУ$  равен сумме радиоотсчета  $ОРКУ$  и радиодевииации  $f$ . Поэтому истинный радиопеленг

$$\text{ИРП} = \text{РКУ} + \text{ИК} = \text{ОРКУ} + f + \text{ИК} \quad (101)$$

Картушки современных радиопеленгаторов состоят из двух шкал (рис 102) внутренней неподвижной 1 (азимутальный круг) и внешней подвижной 2 (репитер гирокомпаса), которая устанавливается так, что значение  $\text{ИК}$  на ней приходится против нуля азимутального круга. Тогда нуль картушки на шкале 2 совпадает с направлением истинного меридиана, а соответствующий индексу поворотной рамки отсчет — со значением отсчета радиопеленга. В этом случае истинный радиопеленг

$$\text{ИРП} = \text{ОртП} = \text{ОРП} + f, \quad (102)$$

где значение  $f$  берут из специальной таблицы радиодевииации по аргументу  $\text{ОРКУ}$ , снимаемому с неподвижной шкалы одновременно со снятием отсчета радиопеленга  $\text{ОРП}$  с подвижной шкалы.

При нормальных условиях распространения радиоволна проходит путь от радиомаяка до радиопеленгатора по кратчайшему пути. Линию радиопеленга в общем случае прокладывают на карте, как линию равных пеленгов — изопеленгу. Если расстояние между судном и радиомаяком таково, что изопеленгу можно без заметной погрешности заменить прямой линией локсодромического пеленга, то такое расстояние называют *малым*. Тогда прокладку радиопеленгов

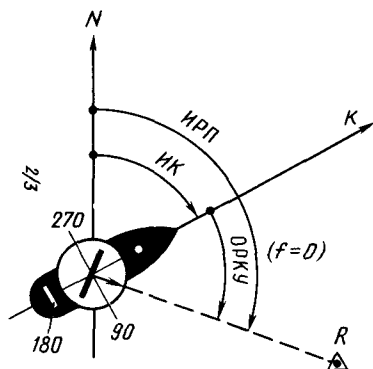


Рис 100 Истинный радиопеленг (ИРП) при  $f = 0$

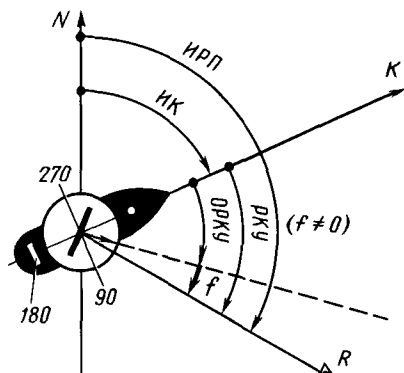


Рис 101 Истинный радиопеленг (ИРП) при  $f \neq 0$

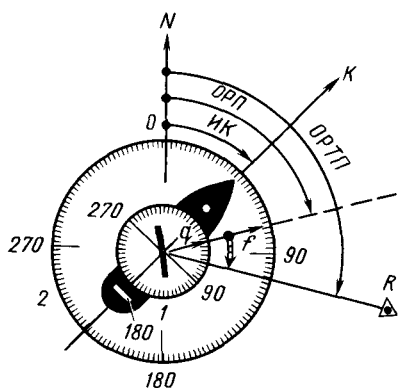


Рис 102 Картушка радиопеленгатора

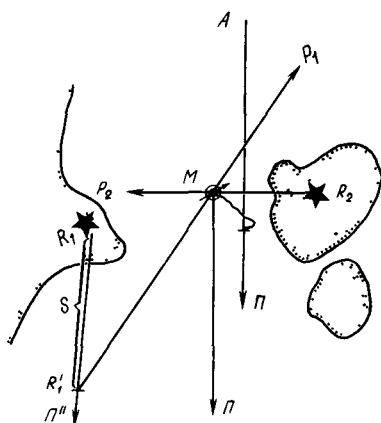


Рис 103 Радиопеленгование на «малых» расстояниях

производят точно так же, как и прокладку визуальных пеленгов. Радиопеленги, разделенные большим промежутком времени, приводят к одному моменту графически. Пусть, например, в некоторый момент  $T_1$  измерен радиопеленг радиомаяка  $R_1$  (рис 103)  $ИРП_1 = P_1$ , а момент  $T_2$  — радиопеленг  $ИРП_2 = P_2$  радиомаяка  $R_2$ . За промежуток времени  $\Delta T = (T_2 - T_1)$  между наблюдениями судно прошло определенное расстояние  $S$ . Тогда из положения первого радиомаяка на карте прокладывают линию  $R_1 П''$ , параллельную пути судна  $АП$ , и на ней откладывают расстояние  $S$  в сторону движения судна. Из полученной таким образом точки  $R'_1$  прокладывают линию первого пеленга  $P_1$ , а из точки  $R_2$  — линию второго радиопеленга  $P_2$ . Считают, что в точке  $M$  пересечения радиопеленгов — место судна, обсервованное по радиопеленгам. Эту точку отмечают на карте специальным условным знаком  $\oplus \rightarrow$ , и из нее ведут дальнейшее счисление пути судна.

*Средними* называют расстояния, при которых пренебрегать ортодромической поправкой нельзя, однако величина  $\psi$  вблизи места судна практически равна величине  $\psi'$  ортодромической поправки вблизи пеленгуемого радиомаяка, т. е.  $\psi = \psi'$  (рис 104). В этом случае поступают так. Пусть действительное место судна находится в некоторой точке  $M$  (см. рис 104) и линия равных пеленгов (изопеленга ЛРП) пересекает меридиан и параллель счислимого места в точках  $C_m$  и  $C_n$ . Счислимое место обычно известно более или менее точно, так что расстояния  $C_m C_n$  и  $C_n C_p$  невелики. Поэтому отрезок ЛРП —  $C_m C_n$  можно также считать прямой линией. Если теперь из точки  $C_n$  восстановить перпендикуляр  $C_n B$  к прямой линии  $C_m C_n$ , то линия  $C_n B$  пересечется с линией локсодромического пеленга в некоторой точке  $K$  под углом, равным  $(90^\circ - \psi)$ . Поэтому от пеленгуемого радиомаяка прокладывают линию обратного локсодромического пеленга  $(ЛокП \pm 180^\circ) = ИРП \pm 180^\circ + \psi$ . Далее, из счисли-

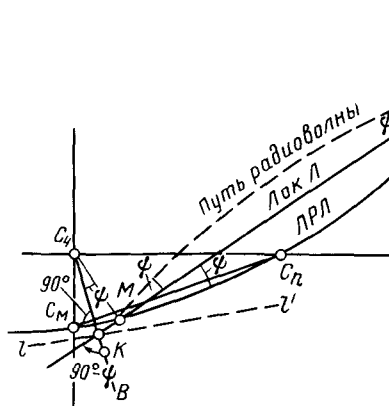


Рис. 104. Радиопеленгование на «средних» расстояниях

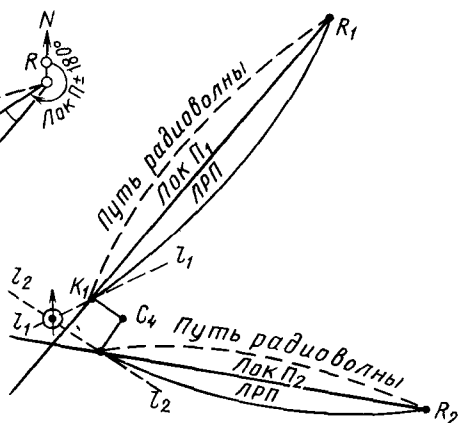


Рис 105. Прокладка пеленгов при «средних» расстояниях

мого места  $C_c$  проводят линию под углом  $(90^\circ - \psi)$  к линии ЛокП, получая в месте их пересечения точку  $K$ . Угол  $(90^\circ - \psi)$  всегда отсчитывают от направления  $C_cK$  по часовой стрелке. Через точку  $K$  перпендикулярно линии  $C_cK$  проводят прямую линию  $l'$ , которую считают линией положения судна. На рис. 104 линия положения  $l'$  не проходит через действительное место судна  $M$  из-за умышленно увеличенного угла  $\psi$  (ортодромической поправки). При пеленговании на средних расстояниях этот угол не превышает  $2-3^\circ$ . Расстояние  $C_cM$  обычно невелико, поэтому линия положения  $l'$  практически совпадает с местом судна в точке  $M$ . На рис. 105 показано выполнение прокладки при определении места судна по радиопеленгам двух радиомаяков. Радиопеленги, разделенные большим промежутком времени, графически приводят к одному моменту.

Если равенство  $\psi = \psi'$  не соблюдается, расстояние между судном и радиомаяком считают большим и выполняют прокладку методом азимутов, аналогичным методу прокладки астрономической линии положения от счислимого места. На расстояниях до 1 тыс. миль

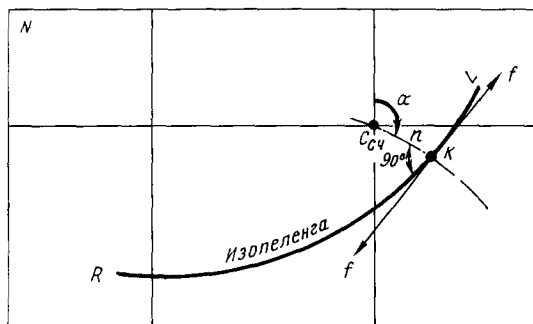


Рис 106. Радиопеленгование на «больших» расстояниях

с достаточной для безопасности судовождения точностью можно применять и несколько видоизмененный метод переносов. Его сущность заключается в аналитическом расчете длины и направления отрезка  $C_c K$  (рис. 106). Считается, что длина этого отрезка (в милях)

$$n = D \sin (\beta - \beta_0), \quad (103)$$

где  $D$  — расстояние между радиомаяком и судном (снимается с карты), мили;  
 $\beta$  — локсодромический пеленг счислимого места  $C_c$  (снимается с карты), град;  
 $\beta_0$  — локсодромический пеленг действительного места судна на  $C$  (полученный из наблюдения), град.

Направление отрезка  $n$  всегда перпендикулярно направлению линии  $ff$ . В связи с тем что направление линии  $ff = (\text{ИРП} + 2\psi)$ , направление отрезка  $n$  равно  $\alpha = (\text{ИРП} + 2\psi \pm 90^\circ)$ . Таким образом, отложив на карте отрезок  $n$  из счислимой точки  $C_c$ , линию положения судна проводят через конец отрезка  $n$  (точку  $K$ ) в направлении  $(\text{ИРП} + 2\psi)$ .

#### § 40. Радиомаяки и радиопеленгаторные станции

*Радиомаяки кругового излучения* распространяют радиоволны по всем направлениям одинаково, равномерно, излучая специальные заранее обусловленные сигналы. Такие радиомаяки устанавливают в непосредственной близости от маяков, а также на плавучих маяках для облегчения радиоопределения и предотвращения ошибок при радиопеленговании. С этой же целью несколько радиомаяков объединяют в навигационную группу: в этом случае они работают на одной и той же волне поочередно. Каждый радиомаяк имеет свои позывные сигналы, излучаемые с присущим данному радиомаяку тоном.

Радиомаяк кругового излучения работает круглосуточно (без перерывов) по определенному расписанию либо по запросу с судов в зависимости от сложности условий плавания в местах их установки — частые туманы, оживленность судоходства и др. Место судна по сигналам кругового радиомаяка определяют судовым радиопеленгатором.

С успехом используют в судовождении предназначенные для аэронавигации аэроадиомаяки, установленные на побережье. Они имеют определенное положение, работают по установленному расписанию и обладают большой дальностью действия.

*Всенаправленные радиомаяки* с веером вращающихся равносигнальных зон позволяют определить радиопеленг без учета курса судна и на значительно большем расстоянии, чем круговые радиомаяки. Во время работы такого радиомаяка в окружающем пространстве создается тире-точечная перемещающаяся диаграмма направленности излучения. Определение пеленга осуществляют с помощью обычного средневолнового радиоприемника (отсчитывая передаваемые точки и тире). Полученный таким образом ортодромический пеленг на судно от всенаправленного радиомаяка дает изолинию в виде дуги

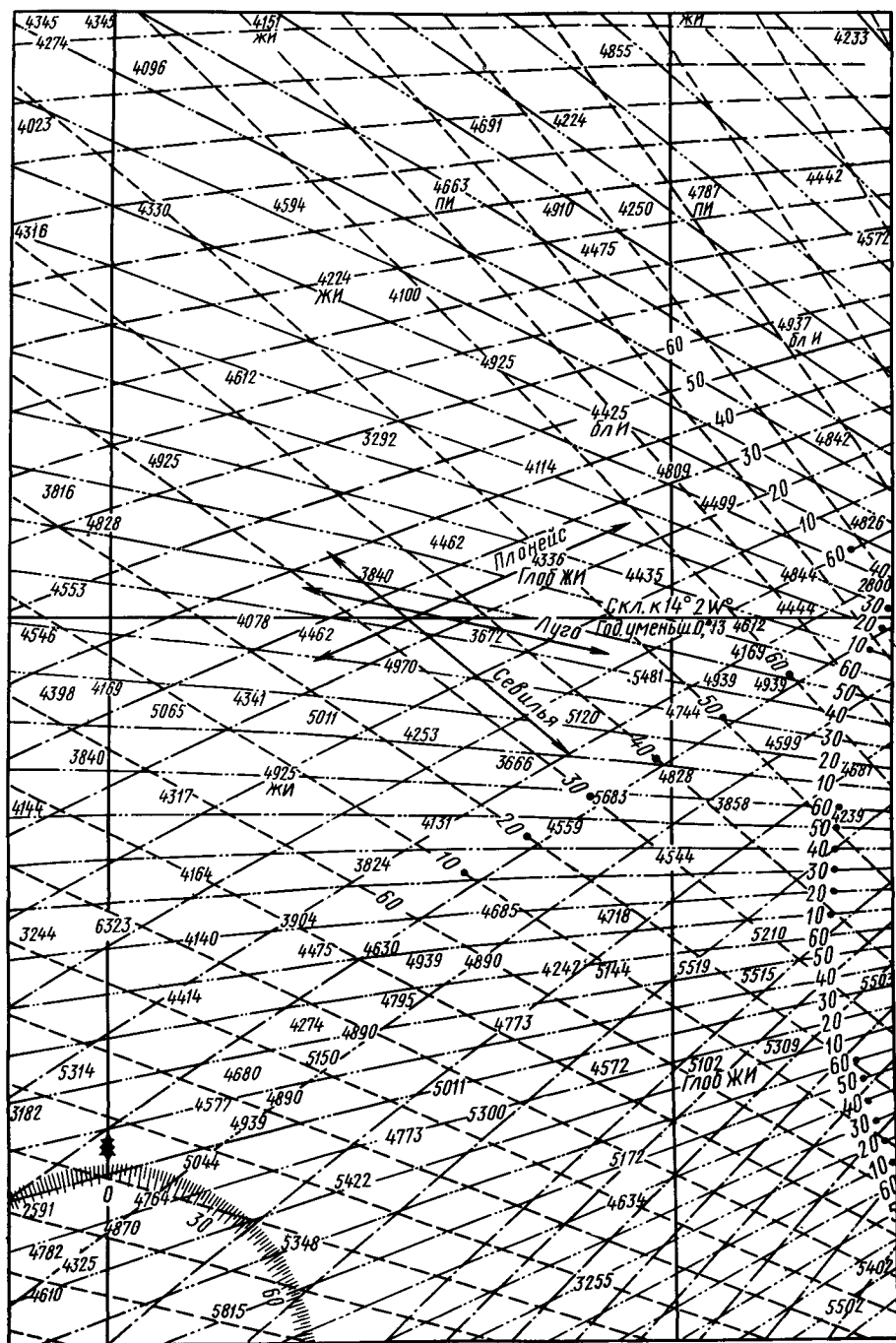
большого круга, пересекающей меридиан этого радиомаяка под углом, равным ортодромическому пеленгу. Существуют специальные карты изолиний, значительно облегчающие прокладку при определении места судна по всенаправленным радиомаякам (рис. 107). Сетки изолиний обычно наложены на карту в меркаторской проекции. Как правило, на таких картах нанесены различными цветами изолинии от двух-трех радиомаяков. Для облегчения работы границы секторов (для начального момента каждого цикла работы радиомаяка) отмечены утолщенными линиями; каждый сектор имеет условную нумерацию. Внутри каждого сектора проведено несколько более тонких линий того же цвета, соответствующих числу сигналов, кратному 5, 10, 20 в зависимости от расстояний до радиомаяков. Кроме того, в каждом секторе показаны сигналы (точки или тире), которые наблюдатель должен услышать до прихода равносигнальной зоны. Линию положения на таких картах прокладывают следующим образом.

Настроив приемник на частоту выбранного секторного (всенаправленного) радиомаяка, прослушивают его позывные и следующий за ним непрерывный звук, предназначенный для пеленгования данного маяка с помощью радиопеленгатора. Сразу после такого непрерывного сигнала наблюдатель услышит подачу специальных сигналов — точек или тире. При этом передача начнется с точек, если судно находится в «секторе точек»; если же судно находится в «секторе тире», то сразу после вышеуказанного непрерывного сигнала для радиопеленгования будут прослушиваться сигналы в виде тире.

Для определения линии положения судна достаточно точно подсчитать количество специальных сигналов (точек или тире), следующих после окончания подачи непрерывного сигнала до появления равносигнальной зоны, где практически не различается никакого сигнала вообще. Если, например, до появления равносигнальной зоны было подсчитано 20 точек, то это означает, что судно находится в одном из «секторов точек» на изолинии, соответствующей 20 точкам. Остается лишь определить номер сектора, в котором находится судно, руководствуясь счислимым местом или приближенным радиопеленгом. Прокладку линии положения, соответствующей числу принятых сигналов, производят непосредственно на карте изолиний. Для этого в районе счислимого места судна карандашом проводят от руки линию, соответствующую числу принятых до равносигнальной зоны сигналов, интерполируя «на глаз», если это требуется.

Подсчитать точное количество радиосигналов до равносигнальной зоны невозможно, так как часть сигналов вблизи этой зоны «пропадает» (их не слышно). Для восстановления «потери» поступают следующим образом. Всего в течение каждого цикла работы радиомаяка наблюдатель смог бы (при отсутствии «потерь») услышать ровно 60 сигналов: часть до, часть после равносигнальной зоны, т. е. если подсчитать сигналы не только до равносигнальной зоны, но и после нее до конца цикла, то можно определить общую «потерю» сигналов. Если к тому же считать, что «потери» точек и тире до и после равносигнальной зоны одинаковы, тогда делением общей





«потери» пополам можно достаточно точно определить «потерю» сигналов до равносигнальной зоны. Например, до равносигнальной зоны было получено 17 точек, а после — 37 тире, т. е. за весь цикл было «потеряно» шесть сигналов (60—54), из них три точки и три тире. Следовательно, надо считать, что до равносигнальной зоны было получено не 17, а 20 (17+3) точек. Подсчитывать точки и тире можно также с помощью специального электронного прибора с погрешностью  $\pm 1$  знак.

**Пример 30** В некоторый момент времени на судне были приняты следующие сигналы от трех секторных радиомаяков Ян-Майен — 55 точек и 1 тире (56 сигналов), Анне — 53 точки и 5 тире (58 сигналов), Ставангер — 50 точек и 4 тире (54 сигнала)

Определить обсервованные координаты места судна в этот момент с помощью карты с сетками изолиний (см рис 107)

### Решение

| Сигналы                                                  | Ян-Майен | Анне    | Ставангер |
|----------------------------------------------------------|----------|---------|-----------|
| Общая «потеря»                                           | 4        | 2       | 6         |
| «Потеря» до равносигнальной зоны                         | 2        | 1       | 3         |
| Действительное число, полученное до равносигнальной зоны | 52+2=54  | 53+1=54 | 50+3=53   |
| Условная нумерация сектора                               | A—7      | A—5     | A—1       |

Прокладка дает следующие обсервационные координаты

$$\varphi_0 = 68^{\circ}59' \text{ N} \quad \text{и} \quad \lambda_0 = 10^{\circ}15' \text{ E}$$

**Створные (или курсовые)** радиомаяки имеют антенное устройство, состоящее из двух неподвижных рамок, расположенных под углом друг к другу, и коммутатора для поочередного подключения рамок к передатчику. Такое устройство антенны позволяет радиомаяку работать по методу «коммутации переплетающимися сигналами», когда два сигнала, например *A* и *H*, передаются узконаправленными пучками так, что секторы слышимости *A* (· —) и *H* (— ·) частично накладываются друг на друга. В результате образуется равносигнальная зона, где слышимые с одинаковой силой звуки *A* и *H* сливаются в один сплошной звук (рис. 108). По обе стороны от равносигнальной зоны образуются двухсигнальные зоны, в которых один из сигналов слышен сильнее другого. Поток сигналов направляется так, чтобы равносигнальная зона целиком уместилась в границах фарватера: тогда при отклонении от его середины и при приближении к бровке фарватера судно переходит границу равносигнальной зоны, попадая в двухсигнальную. С этого момента наблюдатель начнет принимать с большей силой один из сигналов — *A* или *H* (в зависимости от направления отклонения).

**Береговые радиопеленгаторные станции** предназначены для определения пеленга по сигналу, излучаемому передатчиком с судна, запрашивающего пеленг. В этом случае ортодромический пеленг на судно от береговой радиопеленгаторной станции дает изолинию в виде дуги большого круга, как и в случае определения пеленга от все-

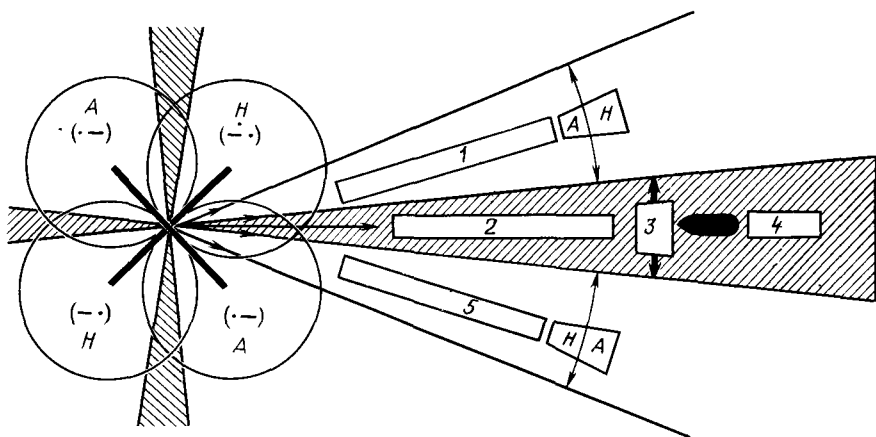


Рис 108 Створный радиомаяк

1 5 — двухсигнальная зона, 2 — равнотсигнальная зона, 3 — сплошное тире 4 — фарватер

направленного (секторного) радиомаяка. Нередко береговые радиопеленгаторные станции по запросу судна передают не его пеленг, а готовые обсервованные координаты судна. Однако в любом случае береговая радиопеленгаторная станция никакой ответственности за выданную ей информацию не несет.

*Комбинированные радиомаяки* представляют собой радиостанции, работающие синхронно с воздушными и подводными излучателями.

## § 41. Радионавигационные системы

Радионавигационную систему (РНС) образует комплекс радио-технических устройств, состоящий из передающих радиостанций и судовых приемоиндикаторов (ПИ) с вычислителями-преобразователями радионавигационных измерений в географические координаты. Передающие радиостанции РНС устанавливаются на берегу или на искусственных спутниках Земли (ИСЗ). Простейшими преобразователями координат являются карты с нанесенными на них радионавигационными изолиниями положений или специальные радионавигационные таблицы.

В настоящее время в морской навигации широко используется шесть основных типов РНС: фазовая РНС на длинных волнах («Декка-Навигатор»); фазовая РНС на сверхдлинных волнах («Омега»); импульсно-фазовая РНС («Лоран-С»); низкоорбитальные спутниковые РНС («Цикада», СССР; «Транзит», США).

В фазовой РНС «Декка» стандартная цепочка состоит из четырех передающих станций: ведущей и трех ведомых. Каждая станция цепочки излучает незатухающие колебания на заданной частоте, являющейся гармоникой основной базисной частоты  $1f$ . Ведущие

станции цепочки излучают колебания на частоте  $6f$ , а ведомые — на частотах  $5f$ ,  $8f$  и  $9f$ . Цепочки станций отличаются друг от друга значениями базисного колебания  $1f$ , которых отведено для РНС «Декка» 63 номинала. Эти частоты нумеруются от 0 до 10 буквенными обозначениями  $A, B, C, D, E, F$  латинского алфавита. Таким образом, обозначение цепочек составлено из цифры и буквы, например,  $7B, 2A, 8C$  и т. д.

Излучение станциями цепочки колебаний различных частот позволяет принимать эти колебания раздельно с помощью четырехканального приемника. Поэтому РНС «Декка» относится к фазовым системам с частотной селекцией сигналов.

Измерение разности фаз между колебаниями ведущей и ведомой станций может производиться только на одной и той же частоте, называемой частотой сравнения. Для этого принятые и усиленные в приемниках колебания трансформируются по частотам в наименьшие общие кратные гармоник  $6f$  и  $5f$ ;  $6f$  и  $8f$ ;  $6f$  и  $9f$ , т. е. в частоты  $30f$ ,  $24f$  и  $18f$  соответственно.

Измерение разности фаз между колебаниями на этих частотах сравнения определяет гиперболические изолинии положения, которые описываются в долях фазового цикла следующими выражениями:

$$L = (b + r_{\text{вц}} - r_{\text{вм}}) / \lambda_{\text{ср}}, \quad (104)$$

где  $b$  — длина базы,  
 $r_{\text{вц}}$  — расстояние от ведущей станции до судна,  
 $r_{\text{вм}}$  — расстояние от ведомой станции до судна,  
 $\lambda_{\text{ср}} = c / Mf$  — длина волны сравнения ( $M=30, 24, 18$ ),  
 $c$  — скорость распространения радиоволн на трассе от станции до судна

Оцифровка гипербол  $L$  от каждой пары станций «ведущая — ведомая» рассчитывается по формуле (104) и целые значения их наносятся на навигационные карты. Для различения семейств изолиний  $L$  от различных пар станций их наносят на карте разными цветами.

В РНС «Декка» для гипербол, создаваемых на частоте сравнения  $30f$ , принят фиолетовый цвет; для гипербол, создаваемых на частоте сравнения  $24f$ , — красный, и для гипербол, создаваемых на частоте сравнения  $18f$ , — зеленый. Отсюда происходит название ведомых станций — «фиолетовая», «красная», «зеленая».

Расстояние между соседними гиперболами одного семейства называется фазовой дорожкой или простой дорожкой. Ширина дорожки определяется по формуле

$$d = \lambda_{\text{ср}} / 2 \sin (\omega / 2), \quad (105)$$

где  $\omega$  — угол между ведущей и ведомой станциями

Наиболее узкими дорожки будут при  $\omega = 180^\circ$ , т. е. на линии базы между двумя станциями. Ширина «фиолетовых» дорожек на базе составляет около 350 м, «красных» — 440 м, «зеленых» — 590 м.

$M$  дорожек каждого семейства (где  $M=30; 24; 18$ ) объединяются в зоны; каждая зона обозначается латинской буквой от  $A$  до  $J$ , повторяясь после  $J$ , если зон больше, чем 10. Внутри зоны дорожки оцифровываются от 0 до  $M$ . Однако для гипербол зеленого цвета

искусственно добавляется число 30, и оцифровка будет лежать в пределах от 30 до 47. Для гипербол фиолетового цвета искусственно добавляется число 50 и поэтому оцифровка будет лежать в пределах от 50 до 79. Номер каждой гиперболы в пределах одной зоны сопровождается буквой этой зоны. Таким образом, полная оцифровка гипербол  $L$  содержит букву и порядковый номер, например:  $B-54$  обозначает четвертую гиперболу  $L$  в зоне  $B$  «фиолетового» семейства;  $F-40$  — десятую гиперболу  $L$  в зоне  $F$  «зеленого» семейства;  $D-23$  — двадцать третью гиперболу  $L$  в зоне  $D$  «красного» семейства. Число зон по каждому семейству гипербол

$$N_{A-J} = L/M, \quad (106)$$

где  $M=30, 24, 18$

Для работы по сигналам РНС «Декка» отечественная промышленность выпускает аналоговый ПИ типа «Пирс-1 М». Индикаторная часть ПИ содержит четыре прибора-указателя номеров дорожек и их долей. Три указателя показывают номера дорожек и их долей в пределах каждой зоны одного семейства (красные, зеленые и фиолетовые линии положения). Эти указатели являются точными индикаторами, имеющими по две стрелки: одна (большая), связанная непосредственно с измерением разности фаз, отсчитывает доли фазового цикла (доли дорожки) в сотых единицах; другая (маленькая) является интегрирующей, отсчитывает целые обороты большой стрелки (номера дорожек). Четвертый указатель является грубым индикатором, указывающим номер дорожки из их общего числа  $M$  в пределах одной зоны. Этот индикатор предназначен для устранения многозначности отсчетов номеров дорожек в зоне. Буква зоны определяется по счислению.

Дальность действия РНС «Декка» днем 240 миль от ведущей станции, ночью — 400—500 миль. На этих расстояниях определения места судна производятся с погрешностью  $\pm (0,1 \div 0,5)$  мили днем и  $\pm (0,2 \div 1,0)$  мили ночью. В специальных вариантах применения РНС «Декка» получают погрешность определения одной линии положения  $\pm (10 \div 50)$  м.

*Фазовая РНС «Омега»* является разностно-дальномерной системой с временной селекцией сигналов, обеспечивающей суда навигационной информацией в любой точке Мирового океана. Система работает в диапазоне очень низких частот 10—14 кГц.

Для определения места судовой ПИ должен быть засинхронизирован с циклом временной диаграммы передачи сигналов на частоте 10,2 кГц. После синхронизации работы ПИ выбираются любые пары станций (всего станций — восемь), линии положения от которых пересекаются под наиболее выгодными углами.

Дальность приема сигналов от каждой из станций возможна до 6 тыс. миль. Наилучший прием сигналов достигается от тех станций, которые находятся к западу от судна.

Точность определения места зависит от точности предвычисления поправок за суточные и сезонные изменения скорости распространения сверхдлинных волн; такие поправки необходимо вводить в каж-

дый отсчет радионавигационного параметра. Поэтому средняя квадратическая погрешность определения места судна обычно составляет днем 2 мили, а ночью — 4 мили.

РНС «Омега» обеспечивает океанское плавание. В прибрежном плавании предполагается использование развивающейся дифференциальной подсистемы РНС «Омега», которая может обеспечить повышение погрешности до  $\pm (0,5 \div 1,0)$  мили.

*Импульсно-фазовая РНС* работает на частоте 100 кГц и излучает пакеты радиопульсов: ведущие станции излучают по девять импульсов в пакете, а ведомые — по восемь. Импульсы в пакетах кодируются по фазе высокочастотного заполнения, что необходимо для автоматического поиска сигналов и устранения многократных наложений предыдущих импульсов в пакете на последующие.

Современные судовые ПИ таких РНС подразделяются на автоматические и полуавтоматические. Полуавтоматический отечественный КПИ-5ф обеспечивает работу по сигналам станций, уровень которых превышает уровень шумов, т. е. когда возможен визуальный поиск сигналов цепочки на экране электронно-лучевой трубки. После окончания поиска сигналов и установки их вручную в соответствующие точки развертки включается схема автослежения, которая будет автоматически измерять радионавигационный параметр с погрешностью от 0,3 мкс.

Дальность действия по поверхностным радиосигналам ночью 500—700 миль, днем 1 тыс.— 1,2 тыс. миль. Использование пространственных сигналов допустимо лишь при плавании в открытом море; в этом случае дальность достигает 2,3 тыс. миль.

При использовании поверхностных сигналов погрешность определения места является высокой; от  $\pm 0,5$  до  $\pm 1,5$  мили. Цепочки РНС «Лоран-С», работающие на укороченных базах (Суэцкий канал, Великие озера), обеспечивают точность определения места судна в несколько десятков метров.

## § 42. Искусственные спутники Земли

**Системы спутниковой навигации.** Принципиальной основой использования ИСЗ в качестве опорных ориентиров при определении места судна в море является закономерный характер движения ИСЗ вокруг Земли: координаты ИСЗ могут прогнозироваться с заданной точностью на требуемый момент времени.

Наблюдение за движением спутника производится с наземных станций слежения (СС на рис. 109) в полосе движения ИСЗ. Полученные таким образом данные передаются в координационно-вычислительный центр (КВЦ), где определяются новые элементы, поступающие далее на станции ввода (СВ). С СВ данные поступают в приемо-передающую аппаратуру ИСЗ и в специальный блок памяти спутника. Периодически данные с ИСЗ поступают в судовые приемники, микропроцессоры которых вычисляют координаты спутника

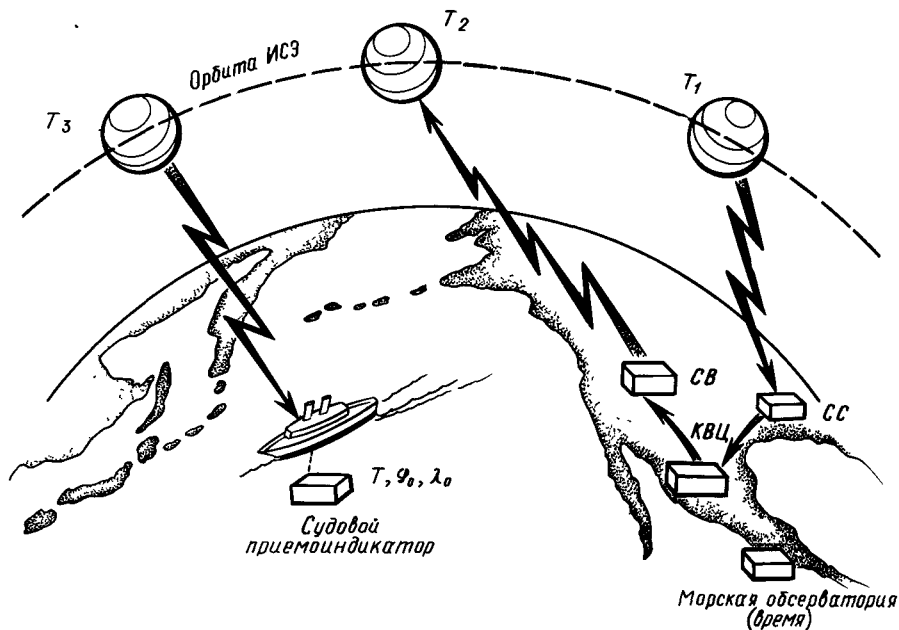


Рис. 109. Спутниковая система судовождения

на момент наблюдения, а затем и координаты самого судна в этот момент. Как видно, спутниковые РНС отличаются от обычных РНС лишь тем, что их опорные точки ИСЗ не фиксированы на земной поверхности, а закономерно движутся в околоземном пространстве.

В настоящее время реализованы два метода определения места судна по низколетящему ИСЗ — разностно-дальномерный (дифференциальный) и радиально-скоростной (интегральный). Оба метода основаны на эффекте Доплера, заключающемся в том, что при взаимном перемещении источника излучения и приемника (рис. 110) частота принимаемых колебаний  $f$  отличается от частоты излучаемых колебаний  $f_0$ , причем разность этих частот — доплеровское смещение  $F_d$  — пропорциональна относительной скорости перемещения:

$$F_d = f - f_0 = V f_0 \cos \alpha / C = V \cos \alpha / \lambda_0, \quad (107)$$

где  $V$  — скорость движения ИСЗ по орбите, км/ч;

$C$  — скорость распространения радиоволн, км/ч;

$\alpha$  — направления на наблюдателя со спутника относительно его траектории, рад;

$\lambda_0$  — длина волны, соответствующая  $f_0$ , м.

Во время движения ИСЗ доплеровское смещение частоты непрерывно меняется от  $F_{d\text{макс}} = \frac{V}{\lambda_0}$  (когда  $\alpha = 0$ ) до  $F_{d\text{мин}} = 0$  (когда  $\alpha = 90^\circ$ ). Последний момент называют моментом траверза, когда ИСЗ находится на кратчайшем расстоянии от наблюдателя, равном  $\rho_{\text{кр}}$ .

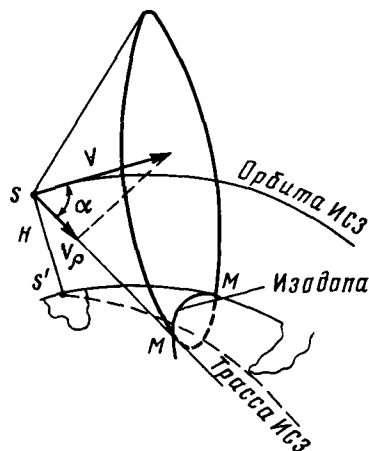


Рис 110. Эффект Доплера

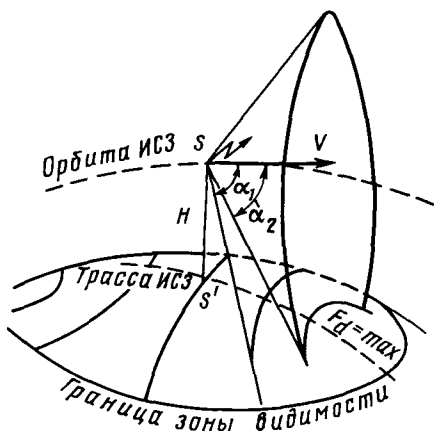


Рис 111. Изоповерхность

*Радиально-скоростной (дифференциальный) метод* заключается в выделении частоты биений между частотой принятого сигнала и опорной частотой судового генератора эталонных колебаний. Частоту этого генератора берут равной излучаемой частоте. Тогда доплеровское смещение частоты

$$F_d = f - f_0 = f_0, \quad (108)$$

где  $f_0$  — частота биений.

Формулу (107) можно переписать так:

$$F_d = V_p / \lambda_0, \quad (109)$$

где  $V_p = V \cos \alpha$  — радиальная скорость сближения ИСЗ с наблюдателем.

Из выражений (107) и (109) видно, что при  $F_d = \text{const}$  постоянными оказываются направления с ИСЗ на наблюдателя ( $\alpha = \text{const}$ ) и скорость их сближения ( $V_p = \text{const}$ ). Постоянному углу  $\alpha$  в пространстве соответствует поверхность в виде конуса (рис. 111), вершина которого  $S$  совпадает с местом ИСЗ, а ось — с вектором скорости спутника. Таким образом, поверхность конуса является поверхностью положения наблюдателя — изоповерхностью. Несколько последующих измерений дают соответствующее число конических поверхностей с вершинами, расположенными в последующих точках  $S_i$  траектории ИСЗ с различными углами  $\alpha_i$  (рис. 112). Так как судно находится на поверхности Земли, то его место надо искать на кривой, по которой поверхность конуса пересекается с поверхностью Земли. Эта кривая получила название изодопы — изолинии на поверхности Земли, характерным свойством которой является постоянство доплеровского смещения частоты ( $F_d = \text{const}$ ) и постоянство радиальной скорости  $V_p$  сближения с ориентиром. Форма изодопы близка к сферической гиперболе. Перемещение спутника приводит к перемещению зоны видимости и соответствующих ей изодоп.



Для определения места судна требуются по крайней мере две изодопы. Вторая изодопа может быть получена через несколько минут после первой. Изодопы пересекаются в двух точках  $M'_0$  и  $M''_0$ , лежащих по разные стороны от следа орбиты (трассы ИСЗ) на поверхности Земли. Двухзначность разрешается с помощью счисления. С целью повышения точности определения места судна не ограничиваются двумя измерениями доплеровского смещения частоты, а привлекают избыточное число измерений навигационного параметра. Во время одного прохода ИСЗ может быть получено множество изодоп. Измерения  $F_d$  осуществляются в течение всего периода пребывания ИСЗ в зоне видимости наблюдателя или в течение части этого времени. Результаты измерений обрабатываются по способу наименьших квадратов с помощью микропроцессоров судовых приемоиндикаторов. В результате место судна получается с более высокой точностью. Движение судна во время наблюдений может быть учтено обычным способом (приведение наблюдений к одному моменту).

*Разностно-дистанционный (интегральный) метод* основан на измерении разности расстояний между судном и двумя положениями одного и того же ИСЗ в последовательные моменты времени. В своем движении по орбите низколетящий спутник проходит последовательно точки  $S_0, S_1, S_2$  (рис. 113), расстояние  $d$  между которыми называется базой. Если измерить разность расстояний  $\Delta\rho_1 = (\rho_1 - \rho_0)$  до двух последовательных положений спутника  $S_0$  и  $S_1$ , тогда место наблюдений окажется на изоповерхности, представляющей собой гиперboloид вращения. Фокусы гиперboloида совпадают с концом базы, т. е. с положениями спутника в моменты начала и конца наблюдений. Гиперboloид образуется вращением гиперболы, соответствующей измеренному значению разности расстояний  $\Delta\rho_1$ , вокруг базовой линии и является поверхностью второго порядка. Пересечение гиперboloида с поверхностью Земли дает сложную кривую, близкую по форме к сферической гиперболе. На этой гиперболе и будет находиться место судна. Когда база займет новое положение

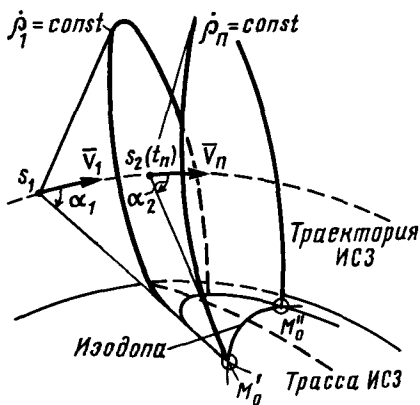


Рис. 112. Изодопа

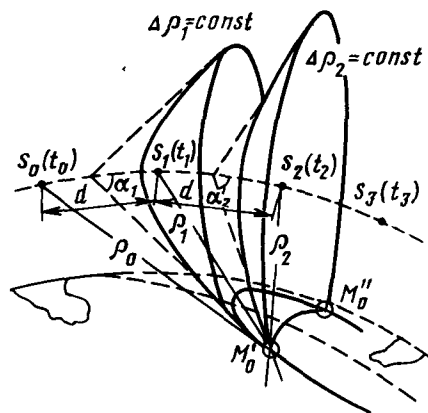


Рис. 113. Гиперboloид вращения

$(S_1, S_2)$ , измеряют вторую разность расстояний  $\Delta\rho_2 = (\rho_2 - \rho_1)$  и получают второй гиперболоид и вторую гиперболу. Аналогично получают  $\Delta\rho_3$  и третий гиперболоид и т. д. Место судна получается в точке пересечения двух, трех и более гипербол.

Разность расстояний  $\Delta\rho_i$  определяется доплеровским методом, т. е. путем подсчета числа импульсов биений доплеровской частоты в течение промежутка времени, необходимого спутнику для прохождения базы  $d_i$ . Такой подсчет математически представляет собой интегрирование доплеровского смещения частоты по времени в интервале  $t = t_{i+1} - t_i$ , т. е.

$$\int_{t_i}^{t_{i+1}} F_d(t) dt = (1/\lambda_0) \int_{t_i}^{t_{i+1}} \rho(t) dt. \quad (110)$$

Интеграл от доплеровского смещения частоты представляет собой число импульсов биений  $N_6$  за промежуток времени  $t = t_{i+1} - t_i$ . Интеграл от радиальной скорости за тот же промежуток времени есть изменение расстояния от судна до спутника за время  $t$ , т. е. не что иное, как разность расстояний  $\Delta\rho_i$ . Тогда интеграл (110) можно записать в виде:

$$N_6 = (1/\lambda_0) \Delta\rho_i, \quad (111)$$

откуда

$$\Delta\rho_i = N_6 \lambda_0. \quad (112)$$

Таким образом, каждому подсчитанному числу биений  $N_{6i}$  доплеровской частоты соответствует вполне определенное значение разности расстояний  $\Delta\rho_i$  от судна до двух последовательных положений спутника на орбите в моменты начала и конца интервала времени  $t$ .

Обработка информации, полученной со спутника во время прохождения, производится в микропроцессоре судового приемоиндикатора путем сравнения измеренных значений навигационных параметров со счислимыми. В результате находится вероятнейшее значение поправок  $\Delta\varphi$  и  $\Delta\lambda$  к счислимым координатам, а затем и обсервованные координаты:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 &= \varphi_c + \Delta\varphi; \\ \lambda_0 &= \lambda_c + \Delta\lambda. \end{aligned} \right\} \quad (113)$$

Вычисления производятся по упрощенным (линеаризованным) соотношениям методом последовательных приближений до полной сходимости. Обычно требуется не более трех-четырех итераций. Координаты обсервованного места получаются через несколько минут после прохождения спутника.

В настоящее время на морском флоте широко используются спутниковые РНС доплеровского типа, созданные в СССР и США. Глобальная спутниковая РНС «Транзит» представляет собой сложный радиотехнический комплекс, включающий пять ИСЗ на полярных орбитах, близких к круговым, с высотой свыше 1 тыс. км. Спутниковая система включает также сеть наземных станций слежения,

координационно-вычислительный центр, морскую обсерваторию и станцию ввода командной информации.

Искусственные спутники обращаются вокруг Земли с периодом 107—108 мин, имеют на борту систему питания, два передатчика, работающих на частотах 400 и 150 МГц, стандарт точного времени и частоты, блок памяти для хранения эфемеридной информации о положении спутника на орбите, приемопередающие устройства командной и телеметрической информации. Станции слежения с появлением ИСЗ в зоне видимости измеряют доплеровский сдвиг частоты принимаемого со спутника сигнала и производят проверку сигналов точного времени по данным морской обсерватории. Серии измеренных значений  $F_d$  и ошибки точного времени сообщаются по телетайпу на координационно-вычислительный центр, где рассчитываются параметры орбиты ИСЗ и предвычисляется его траектория на 12—16 ч вперед.

Приемоиндикатор (ПИ), установленный на борту судна, автоматически производит поиск сигнала по всему горизонту через ненаправленную антенну, а при появлении сигнала автоматически синхронизируется с ним и начинает прием.

После включения ПИ и ввода программы судоводитель должен ввести в память ПИ следующие исходные данные: дату, гринвичское время  $T_{гр}$ ; счислимые координаты судна; курс и скорость судна; высоту судовой приемной антенны над поверхностью принятого для расчетов референц-эллипсоида.

Гринвичское время  $T_{гр}$  может вводиться с точностью до 15 мин, так как по сигналу точного времени с ИСЗ часы ПИ автоматически устанавливаются по гринвичскому времени с точностью до 200 мкс. Обычно ПИ связывается с гирокомпасом и лагом, поэтому курс, скорость и счислимые координаты судна вводятся в микропроцессор приемоиндикатора автоматически.

Средний интервал времени между надежными обсервациями составляет 1—1,5 ч, в отдельных случаях до 2—3 ч, в течение которых место судна должно определяться по счислению или другим способом. Средняя квадратическая погрешность места определения судна 50—150 м при условии, что абсолютная скорость судна не имеет погрешности (например, на стоянке), увеличение погрешности в скорости на 0,1 уз увеличивают СКП обсервованного места судна на 36 м. Дополнительным средством контроля качества обсерваций является число итераций, выполняемых ЭВМ при расчете обсервованных координат. Быстрая сходимость результата, когда число итераций не превышает пяти-шести, указывает на высокое качество обсервации.

Время работы ИСЗ непрерывно. Число судов, одновременно использующих систему ИСЗ, не ограничено.

**Система спасения на море «КОСПАС — САРСАТ».** Традиционные средства связи, используемые для оповещения при бедствии на море, работают на частотах 500 и 2182 кГц, 80 и 156 МГц. Дальность действия этих средств ограничена и обычно не превышает 100—200 миль. В последнее время в мировой практике нашли применение

аварийные радиобуи (АРБ), которые при вводе их в действие автоматически передают сигналы бедствия, используемые для обнаружения и пеленгования терпящего бедствие судна. Сигналы АРБ могут быть приняты и на ИСЗ с последующей передачей аварийной информации судна на береговые пункты приема информации (ППИ). В этом случае сигнал от АРБ содержит данные о координатах аварийного судна, которые предварительно автоматически (или вручную) вводятся в запоминающее устройство АРБ.

Дальнейшая разработка космической системы, основанной на использовании низкоорбитальных ИСЗ, продолжается в СССР, США, Канаде и Франции в соответствии с Межправительственным соглашением по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях. США, Канада и Франция разрабатывают проект под названием «САРСАТ» (Search and Rescue Satellite Aided Tracking), а СССР — под названием КОСПАС (Космическая система поиска аварийных судов и самолетов). В дальнейшем планируется создание совместной системы «КОСПАС — САРСАТ», которая будет использоваться в глобальной морской системе связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССББ). Начало введения ГМССББ в действие планируется на 90-е годы. Сообщение о бедствии, передаваемое АРБ в рамках ГМССББ, должно содержать следующую информацию: тип и название АРБ; страна, к которой принадлежит терпящий бедствие объект; характер аварии и время, прошедшее с момента включения АРБ. Такие сигналы АРБ принимаются ИСЗ, обрабатываются им, привязываются к судовому времени и направляются на запоминающее устройство ИСЗ и на его передатчик для ретрансляции в адрес ППИ. На ППИ принятая от ИСЗ информация поступает в специальную ЭВМ, где происходит сортировка данных и их обработка с целью определения координат АРБ. Схема космической системы поиска и спасания приведена на рис. 114.

В системе «КОСПАС — САРСАТ» будут использоваться советские и американские ИСЗ, запускаемые на близкополярные орбиты. ППИ будут установлены в США (три), в Канаде (один), во Франции (один) и в СССР (три — в Москве, Архангельске и Владивостоке). Рабочая зона таких ППИ перекрывает все северное полушарие Земли. Центр управления советской частью системы расположен в Москве, американской — в Сент-Луисе, канадской — в Оттаве, французской — в Тулузе. Связь между центрами управления производится по сети «ТЕЛЕКС». Первый ИСЗ «Космос-1383» в рамках проекта «КОСПАС — САРСАТ» был запущен в СССР 30 июня 1982 г.; первый ИСЗ США системы «САРСАТ» — 28 марта 1983 г.

В 1983 г. на заседании ИМО был принят проект рекомендаций для ГМССББ. Основные требования к этому проекту сводятся к следующему: где бы судно ни находилось, оно должно принимать сигналы бедствия в направлении «судно — судно»; должны обеспечиваться радиосвязь в зоне бедствия и взятие пеленгов на терпящие бедствие объекты с помощью хотя бы двух различных и полностью независимых радиосредств; судно должно иметь возможность передавать

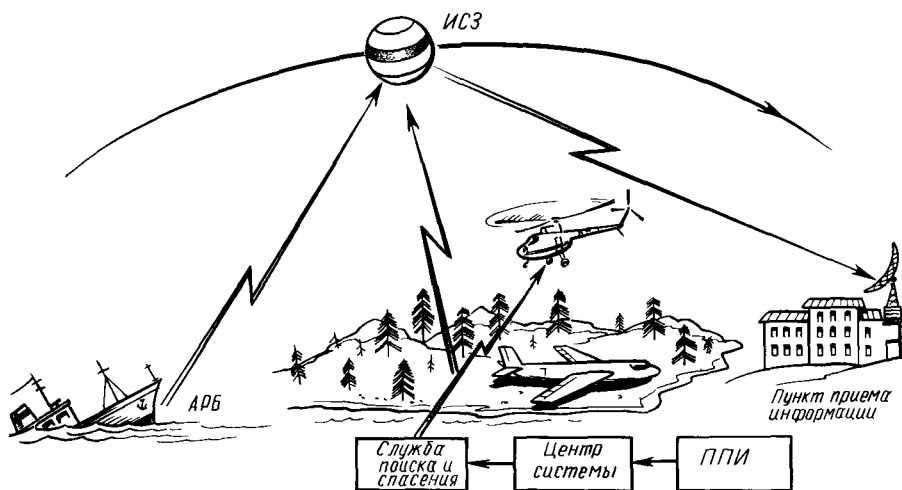


Рис 114 Система поиска и спасения

сигналы оповещения о бедствии в направлении «судно — берег» и излучать сигналы для пеленгования.

Для исключения вносимых людьми ошибок в разрабатываемой глобальной морской системе связи ГМССББ ручная телеграфия, использующая код Морзе, и радиотелефония применяться не будут; вместо них будут использованы буквопечатание и автоматический обмен информацией.

**Система связи ИНМАРСАТ.** С 1 февраля 1982 г. вступила в действие международная система спутниковой связи ИНМАРСАТ. Она представляет собой систему ИСЗ, служащих в качестве ретрансляторов сообщений между судами, оборудованными специальными радиосредствами, и специальными береговыми радиостанциями (БРС), которые имеют связь с береговыми абонентами. Система ИНМАРСАТ обеспечивает двустороннюю телефонную и телеграфную радиосвязь, передачу данных факсимильных передач, сообщений о бедствии, срочности и безопасности. Береговые станции находятся во владении стран, на чьей территории они расположены. Судовые радиостанции принадлежат судовладельцам.

Управление системой ИНМАРСАТ возложено на Международную организацию, носящую то же название. Эта организация учреждена в соответствии с Конвенцией, которая определяет правовой статус организации ИНМАРСАТ и принципы ее экономической деятельности. В настоящее время организация ИНМАРСАТ финансируется 36 странами, подписавшими Конвенцию. В дальнейшем по мере развития системы экономическую основу организации будет составлять плата, взимаемая за предоставляемые услуги с судовых и береговых абонентов.

В системе ИНМАРСАТ используются три геостационарных спутника, находящихся в фиксированных точках над экватором на высоте 36 тыс км Этими спутниками перекрываются районы Атлантического, Тихого, Индийского океанов Каждый из спутников перекрывает некоторую зону, в которой может находиться определенное число обслуживаемых судов и несколько береговых радиостанций, одна из которых выполняет функции координатора Любая судовая радиостанция может быть соединена с требуемым абонентом через любую береговую станцию данной сети

В системе ИНМАРСАТ БРС служат промежуточным звеном между спутником и береговыми абонентами, с которыми они соединены международными и национальными сетями Типовая БРС включает в себя антенну с параболическим зеркалом диаметром 10—13 м, радиоприемное и радиопередающее устройство для сопряжения с наземными сетями связи Всего в настоящее время насчитывается 13 БРС системы ИНМАРСАТ, которые уже действуют или строятся В их число входят Одесса (СССР), Гунхилли (Великобритания), Фучино (Италия), Племер-Боду (Франция), Тангуа (Бразилия), Саутбери (США), Умм-аль-Аши (Кувейт), Эйк (Норвегия), Ямагути (Япония), Гонконг (Гонконг), Ибараки (Япония), Сингапур (Сингапур) Координирующими по районам являются радиостанции, находящиеся в Саутбери (для Атлантики), Ямагути (для Индийского океана) и Ибараки (для Тихого океана) Типовая судовая радиостанция спутниковой системы связи ИНМАРСАТ состоит из электронного блока, расположенного в закрытом помещении судна, телетайпа и блока управления Антенный пост устанавливается на мачте или на специальной колонке на верхней палубе судна К электронному блоку подключены телефонный и телеграфный аппараты, аппаратура передачи данных, а также факсимильная и другая аппаратура Антенный блок радиостанции содержит параболическую антенну диаметром 1,2 м Антенна имеет двухосную систему автоматического наведения луча на спутник по азимуту и углу возвышения, а также систему стабилизации, компенсирующую бортовую и килевую качки судна Судовая радиостанция передает в полосе частот 1635,5—1645,0 МГц, принимает в полосе частот 1535,0—1543,0 МГц Излучаемая судовой радиостанцией мощность составляет 25 Вт на канал К настоящему времени на судах Минморфлота СССР установлено 30 спутниковых систем связи

#### **§ 43. Прокладка при плавании в особых условиях**

**Ограждающие линии положения** При плавании вблизи берегов, изобилующих навигационными опасностями, определять место судна следует как можно чаще, а в особых случаях — непрерывно Отсутствие достаточного количества ориентиров, неточность положения их на карте, неуверенность в общей поправке компаса и другие причины не дают возможности надежно определить место судна в то время, когда навигационная обстановка требует гарантии его без-

опасности В такой обстановке используют *ограждающие линии положения* в виде вертикального или горизонтального угла опасности, опасного пеленга или расстояния

Пусть в районе какой-нибудь навигационной опасности имеется один хорошо видимый предмет с известной высотой  $H$  (рис 115) Если из точки  $A$  описать окружность такого радиуса, чтобы все навигационные опасности оказались внутри нее, то такая окружность будет ограждающей линией положения Так, судно, двигаясь в направлении  $\Pi$ , которое не пересекает ограждающей окружности, будет гарантировано от опасности Радиус ограждающей окружности

$$D = H \operatorname{ctg} \alpha \quad (114)$$

где  $H$  — высота предмета  $A$

$\alpha$  — угловая высота этого предмета, измеренная наблюдателем находящимся на ограждающей окружности

Тогда выражение

$$\operatorname{ctg} \alpha = D/H \quad (115)$$

дает возможность получить величину угла  $\alpha$ , который называют *вертикальным углом опасности* На самом деле, до тех пор, пока измеряемая с судна угловая высота  $\beta$  предмета  $A$  меньше вертикального угла  $\alpha$ , путь судна не пересечет ограждающей окружности Угловую высоту измеряют секстантом (см § 54)

Пусть с судна видны два предмета  $A$  и  $B$  (рис 116) Если описать окружность, которая проходит через эти предметы и охватывает прибрежные навигационные опасности, то она также будет ограждающей линией положения, а путь  $\Pi$  судна, не пересекающийся с данной окружностью, — безопасным путем Прямые, проведенные из точек  $A$  и  $B$  в любую точку ограждающей окружности, пересекаются под одним и тем же углом  $\alpha$ , называемым *горизонтальным углом опасности* Находясь вне ограждающей окружности, наблюдатель будет различать предметы  $A$  и  $B$  под некоторым горизонтальным углом  $\beta$ , меньшим горизонтального угла опасности

При подходе к берегу часто пользуются *ограждающим пеленгом предмета*, который называют опасным Следуя в направлении  $KC$  (рис 117), делают поворот в тот момент, когда пеленг на предмет  $B$

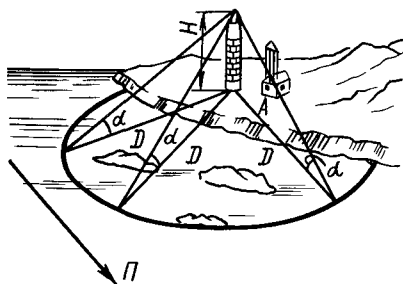


Рис 115 Вертикальный угол опасности

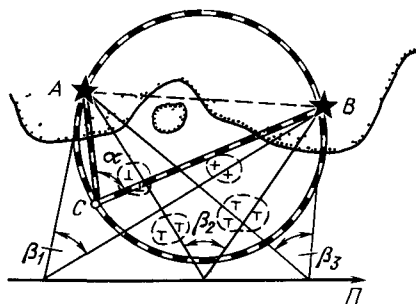


Рис 116 Горизонтальный угол опасности

совпадает с линией  $BC$ , при следовании в направлении  $CB$  поворот к месту якорной стоянки делают лишь после того, как пеленг предмета  $D$  совпадет с линией  $DE$ . Этот способ можно использовать лишь в том случае, если правильно учтены общая поправка компаса, снос от ветра и течения

Если можно измерить расстояние до предмета дальномером или радиолокатором, с карты снимают *опасное расстояние* до предмета, при котором судно чисто проходит все прибрежные опасности (рис 118)

В дальнейшем следят за тем, чтобы измеряемое с судна расстояние всегда было большим или меньшим (в зависимости от обстановки), чем опасное расстояние.

**Плавание в узкости.** При плавании в шхерах, по фарватеру, между минными полями, в устьях рек, на подходах судна к порту и в других узкостях определять место судна обычными навигационными способами затруднительно, а порой и вовсе невозможно, так как расстояния до окружающих опасностей очень малы и точность обычных навигационных способов (1—3 кб) недостаточна для обеспечения безопасности судна. Более того, полученное обсервованное место уже до своей прокладки на карте теряет всю ценность как устаревшее, так как окружающая обстановка меняется очень быстро даже при небольшом ходе.

При плавании по фарватерам пользуются створами, специально предназначенными для обеспечения безопасности плавания в узкостях. Их разделяют на ведущие, секущие и ограждающие. Первые два вида уже описаны (см. § 9); ограждающие створы имеют то же назначение, что и опасный пеленг. Створными знаками могут служить естественные и искусственные сооружения: заводские трубы, радиомачты, отдельные деревья, груды камней и т. д. Иногда плавание в узкостях осложняется тем, что специально установленные и отмеченные на карте створы отсутствуют. В этом случае судоводитель самостоятельно заранее подыскивает и отмечает на карте какие-либо береговые предметы для ориентира. Часто фарватер обставляют вежами, баканами или буями, но пользоваться ими следует с особой

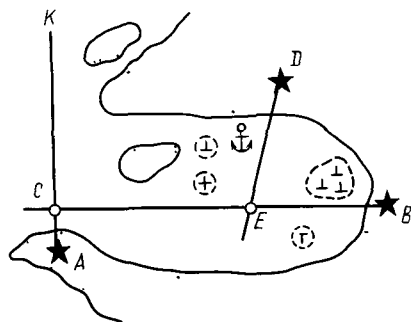


Рис 117 Опасный пеленг

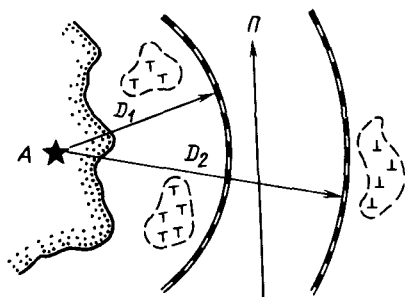


Рис 118 Опасное расстояние



осторожностью, так как эти знаки могут быть снесены со своих штатных мест.

Особенно трудную задачу при плавании в узкостях представляют повороты. Для осуществления безопасного поворота заранее при подготовке к проходу узкости рассчитывают и отмечают на карте точки начала поворота и выхода на следующий створ. При следовании фарватером поворот осуществляют согласно заранее нанесенным на карту точкам. При подготовке к проходу узкости выбирают приметные объекты, пеленги которых в точке поворота параллельны новому курсу (ограждающий пеленг). Если пеленг этого предмета не приходится на точку поворота, то момент начала поворота рассчитывают по скорости судна на данном курсе. Заранее предусматривают также место возможной якорной стоянки судна на тот случай, если пройти узкость днем не удастся, а проход ночью не рекомендуется или невозможен.

**Плавание во льдах.** Наиболее сложным является плавание во льдах Арктики и Антарктики, где ледовая обстановка бывает тяжелой даже в летний период навигации. Выбор маршрута среди льдов — очень ответственное и трудное дело. Для этого судоводители используют специальные пособия: карты ледовой обстановки; данные авиаразведки и т. д. При плавании во льду стремятся прокладывать путь судна по возможности по чистой воде или в местах наиболее слабого и разреженного льда, не считаясь с удлинением пути.

Плавание во льдах происходит, как правило, в условиях плохой видимости, часто в тумане или во время пурги. Поэтому преобладающее значение в определении места судна приобретают РТС. Перед входом в лед определяют место судна, используя для этого любые методы. Сложность маневрирования судна во льду, частая смена курсов, изменения скорости заставляют судоводителя вести счисление особенно внимательно. Счисление во льдах ведут способом, получившим название метода адмирала С. О Макарова и заключающимся в следующем. Каждые 5 мин записывают курс судна и по возможности чаще определяют его скорость. Затем выводят среднее значение скорости и курса судна за 1 ч и прокладывают их от последнего счислимого места: так получают счислимое место судна по истечении каждого часа плавания во льду. При прокладке учитывают течение и дрейф судна вместе со льдом.

Определение скорости при плавании во льду осуществляют различными способами; особенно распространено определение с помощью планширного лага. На лед бросают какой-нибудь предмет и отмечают моменты его прохождения между двумя точками на борту судна. Получив время прохождения и зная расстояние, легко определить скорость. Для облегчения расчетов по планширному лагу на судне составляют специальную табличку.

Определенная по планширному лагу скорость судна является относительной. Часто вместо предмета, брошенного на лед, просто отмечают моменты прохождения какой-нибудь льдины, иногда скорость судна определяют по оборотам машины или «на глаз»

В закрытых морях средних широт лед несравненно тоньше, чем в полярных районах, и ровнее, хотя и здесь можно встретить утолщение и торосы. Поэтому в таких районах судно часто имеет возможность продвигаться к пункту назначения более или менее определенным курсом, рассекая лед своим корпусом. Так, тонкий лед в 20—30 см толщиной для обычного судна опасности не представляет и лишь снижает его скорость, но среди этого тонкого льда часто могут попадаться утолщенные льдины или их нагромождение, представляющие серьезную опасность. Наиболее опасна подвижка льда, т. е. передвижение всей массы льда по ветру или течению. Это происходит от того, что ледяной покров в море не непрерывная сплошная масса от берега до берега, она движется под давлением ветра и течения. Даже если мороз и охватит всю свободную воду, то все-таки местами образуется более тонкий лед, и он под напором наветренного более толстого льда не выдерживает, подламывается и дает свободу передвижения всей наветренной массе. Многолетние наблюдения подтверждают, что передвижение льда в море большими массами — явление заурядное. Судно, застрявшее в такой передвигающейся массе, подвергается большой опасности быть вынесенным на рифы и отмели.

**Плавание в тумане.** Вблизи берегов судно, совершающее плавание в условиях пониженной видимости, прокладывает свои курсы на расстоянии в 5—10 миль от берега, а если в районе плавания имеются навигационные опасности, то курсы судна в подобной обстановке прокладывают еще в большем удалении от берега — 10—15 миль.

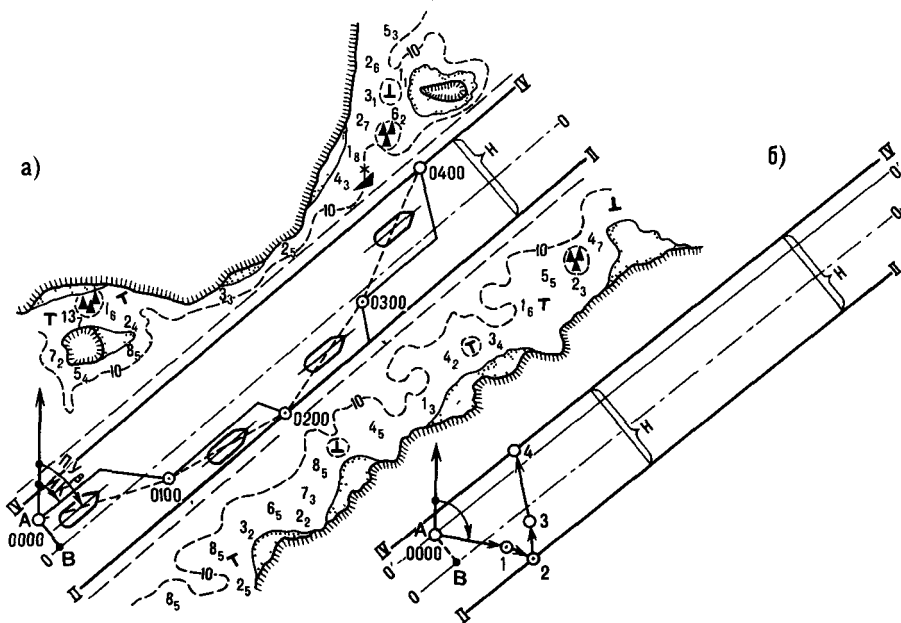


Рис 119 Счисление с учетом приливо-отливного течения

Направление пути судна  $ПУ = 45^\circ$ ,  $V = 10$  уз

| Судовое время,<br>ч, мин | Элементы течения |                 | Снос $\beta^\circ$ ИК $^\circ$ |      | V, уз |
|--------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------|------|-------|
|                          | Направ-<br>ление | Скорость,<br>уз |                                |      |       |
| 00 00—01 00              | 79°              | 3,8             | — 12,3                         | 32,7 | 12,9  |
| 01 00—02 00              | 73               | 2,7             | — 7,2                          | 37,8 | 12,3  |
| 02 00—03 00              | 287              | 1,5             | + 7,6                          | 52,5 | 9,2   |
| 03 00—04 00              | 266              | 3,9             | + 14,8                         | 59,8 | 6,6   |

На подходах к портам и в некоторых особо опасных местах для безопасности плавания устанавливают специальные технические средства: ревуны, двойные туманные сигналы, «говорящие» маяки, ведущий лоцманский кабель и др.

Для определения места судна во время тумана наиболее надежными являются радиотехнические и гидроакустические средства. Кроме того, судоводитель может контролировать перемещение своего судна и предупредить приближение его к опасности путем систематического измерения глубин и сравнения результатов такого измерения с данными используемой для прокладки карты.

**Плавание в морях с приливами.** При возможности частых обсерваций проход через район, где маневрирование судна не стеснено, а линия его пути может уклоняться от основной оси узкости на величину максимального бокового сноса от течения за весь период плавания данной узкостью, поступают следующим образом. На карте предварительно намечают осевую линию  $OO$  (рис. 119, а) предполагаемой к прохождению узкости. Далее, на листе чистой бумаги проводят линию  $O'O'$  (рис. 119, б) под тем же углом к меридиану, а произвольную точку  $A$  считают той точкой, в которую судно должно выйти на момент начала прохода данной узкости. Пусть, например, судно должно проходить узкость между 00 ч 00 мин и 04 ч 00 мин. Тогда из точки  $A$  (см. рис. 119, б) прокладывают векторы сноса судна течением —  $(A-1)$ ,  $(1-2)$ ,  $(2-3)$ ,  $(3-4)$  за каждые последовательные 4 ч плавания, а через «крайние» точки 2 и 4 проводят граничные прямые  $II-II$  и  $IV-IV$ , определяющие ширину полосы, в пределах которой будет лежать путь судна, правящего одним и тем же курсом  $OO$ . Определив ширину такой полосы  $H$  и расстояние  $BA$ , далее полосу движения и точку  $A$  переносят на карту (рис. 119, а). Выйдя в точку  $A$  и правя курсом  $OO$ , судно пройдет узкость, не выходя из безопасной зоны; его путь на рис. 119, а отмечен точечным пунктиром.

Если снос судна течением на предельную величину по условиям плавания допускать нельзя, тогда для следования безопасным путем каждый час (каждые 30 мин) рассчитывают полный курс исходя из рассчитанных заранее средних элементов приливо-отливного течения на каждый час (каждые 30 мин); результаты расчетов сводят в табл. 11.

#### § 44. Измерение глубин в море

Глубины в море измеряют специальными приборами — *лотами*, глубоководными либо навигационными в зависимости от величины измеряемой глубины. Навигационные лоты предназначены для измерения сравнительно небольших глубин; ими снабжают все морские суда. Устройство навигационных лотов позволяет измерять глубины на ходу судна с достаточной для судовождения точностью.

Основными частями *ручного лота* являются свинцовая гиря и лотиль (рис. 120). Гиря имеет форму усеченной пирамиды или конуса высотой около 30 см и массой от 3 до 5 кг. Верхняя часть гири оканчивается ушком с продетой в него стропкой из стального троса, обшитого кожей. В нижней, более широкой, части гири сделана выемка, в которую перед замером глубины вмазывают смесь сала с толченым мелом. При опускании гири на дно частицы грунта прилипают к замазке. Это позволяет определить характер грунта после подъема лота на палубу. Гиря соединена с лотилем, который изготавливают из линя длиной более 50 м и толщиной около 25 мм. Перед разметкой (разбивкой) лотилья его хорошо вытягивают. За нуль при разбивке принимают место соединения лотилья с гирей, так как она при измерении глубины моря обычно ложится на грунт. На расстоянии 2—3 м от гири в лотилья всплеснивают клевант-колышек из твердой породы дерева, а затем через каждые 10 м — флажки (разноцветные кусочки материи) с такой последовательностью цветов: красный — 10 м, синий — 20 м, белый — 30 м, желтый — 40 м, бело-красный — 50 м. Каждый десятиметровый участок делят пополам

кожаной маркой с «топориками»: марку с одним «топориком» всплеснивают на отметке 5 м, с двумя — 15 м и т. д. Каждый пятиметровый участок разбивают на пять равных частей кожаными марками в виде зубцов: марку с одним зубцом всплеснивают в местах, соответствующих 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41 и 46 м; марку с двумя зубцами — на 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37, 42 и 47 м и т. д. Иногда метровые участки разбивают на более мелкие деления небольшими кожаными марками (для целей шлюпочного промера).

Лот бросают с наветренного борта, чтобы лотиль не попал под корпус судна. Ручной лот используют лишь при скорости до 5 уз и глубине моря до 50 м. При глубинах до 150 м применяют диплот, устройство которого аналогично

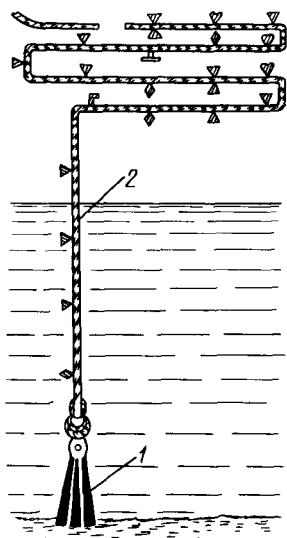


Рис. 120. Ручной лот:

1 — свинцовая гиря; 2 — лотиль

устройству ручного лота. Измерять глубины диплотом можно только на стоянке. Ручной лот и диплот используют не только для измерения глубины. Ими определяют дрейф судна, стоящего на якоре, высоту прилива в месте якорной стоянки и др.

*Гидроакустический лот* позволяет измерять глубину моря до 2000 м при неограниченной скорости судна. Специальные приборы лота — самописцы — дают наглядное представление о рельефе морского дна. Большие преимущества гидроакустических лотов способствовали их широкому распространению.

Гидроакустический принцип измерения глубин основан на измерении промежутка времени между моментом послылки ультразвукового сигнала и моментом приема этого сигнала в виде отраженного от морского дна эха. При этом глубину рассчитывают по формуле

$$H = Ct/2, \quad (116)$$

где  $C$  — скорость распространения звуковых колебаний в воде, м/с;

$t$  — промежуток времени между послылкой и приемом сигнала отраженного эха, с.

Реализация такого способа требует решения следующих вопросов.

1. Фиксирование малых промежутков времени между послылкой сигнала и приемом отраженного эха в современных эхолотах производится с помощью быстровращающегося диска с укрепленной на нем неоновой лампочкой. В тот момент, когда такая лампочка проходит нулевое деление, нанесенное на шкале эхолота, производится послылка сигнала. В момент прихода отраженного от морского дна сигнала лампочка на вращающемся диске вспыхивает, а угол поворота диска от нулевого деления до деления, на котором происходит вспышка лампы, определяет соответствующий промежуток времени и тем самым дает возможность установить глубину.

2. Создание посылочного устройства для передачи в воду мощного импульса ультразвуковых колебаний у современных эхолотов осуществлено с помощью магнитострикционных вибраторов, представляющих собой пакет никелевых пластин с уложенной в пазах пакета обмоткой. Если через обмотку такого устройства пропустить переменный электрический ток, то под влиянием создаваемого обмоткой переменного магнитного поля пластины никелевого пакета начнут изменять свои линейные размеры, и пакет начнет вибрировать с частотой, равной удвоенной частоте электрического тока. Колебания пластин будут передаваться частицами воды, соприкасающимися с вибратором, и ультразвуковое колебание будет распространяться по всей упругой среде, какой является морская вода. Такой пакет обладает и обратным свойством: если механически воздействовать на него и изменять линейные размеры пластин, то напряженность магнитного поля вокруг обмотки вибратора будет также изменяться. Это обратное свойство используется в вибраторе-приемнике эхолота. Приходящие отраженные от морского дна сигналы вызывают изменения линейных размеров пластин вибратора приемника, а меняющееся магнитное поле вызывает появление слабой э. д. с. в его об-

матке. После усиления такой э. д. с. сигнал подается на неоновую лампочку вращающегося диска, которая вспыхивает и делает отметку глубины на шкале прибора.

В настоящее время на судах Минморфлота устанавливаются эхолоты типов НЭЛ-М2 и НЭЛ-МЗБ.

## § 45. Дуга большого круга

**Общие сведения.** Известно, что кратчайшим путем из одной точки земной поверхности в другую ее точку является меньшая из дуг большого круга, проходящая через эти точки. Пусть судну надо перейти из точки  $A$  (рис. 121) в точку  $B$  по ортодромии. Для этого придется непрерывно менять курс судна от величины  $K_n$  (курс начальный) до величины  $K_k$  (курс конечный). Кроме того, дуга большого круга на карте в проекции Меркатора представляется кривой линией, обращенной своей выпуклостью к ближайшему полюсу. Неудобства прокладки ортодромии на меркаторской карте, а также постоянная смена курса при следовании его по дуге большого круга осложняют плавание по ортодромии. Поэтому такое плавание совершают только при больших океанских переходах, когда расстояния между конечными пунктами по дуге большого круга и по локсодромии значительно отличаются друг от друга порой на сотни миль.

Расчет длины ортодромии  $D$  для сравнения ее с длиной соответствующей локсодромии производят по формуле

$$\cos D = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1), \quad (117)$$

где  $\varphi_1, \lambda_1$  — координаты точки отхода  $A$ ;  
 $\varphi_2, \lambda_2$  — координаты точки прихода  $B$ .

Исследование формулы (117) на знаки производят, считая положительными широту  $N$  и долготу  $E$ , а отрицательными — широту  $S$  и долготу  $W$ . Расчет длины локсодромии производят по формулам аналитического счисления (см. § 29).

Для того чтобы проложить ортодромию на меркаторской карте, достаточно знать координаты нескольких ее промежуточных точек,

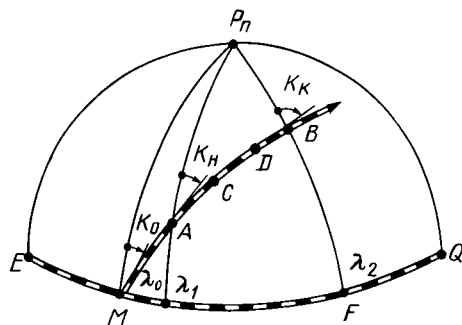


Рис 121. Дуга большого круга

по которым можно было бы провести согласную кривую. Расчет координат промежуточных точек является трудоемким, требующим известного навыка и времени. Да и нет особого смысла вычерчивать на карте точную проекцию дуги большого круга, так как судно во время плавания вследствие ряда причин (дрейф, течение и т. п.) будет лишь приближенно придерживаться заранее намечен-

ного пути. Поэтому при прокладке дуги большого круга на карте в проекции Меркатора часто применяют приближенные приемы расчета.

**Приближенный расчет элементов дуги большого круга.** Если при плавании по ортодромии менять курс судна, например 1—2 раза в сутки (через 200—300 миль плавания), то судно будет перемещаться не по дуге большого круга, а по близкой к ортодромии ломаной прямой. Точки  $C$ ,  $D$  и т. д. (см. рис. 121), в которых происходит смена курса, называют промежуточными точками. Курс судна, по которому оно следует от одной промежуточной точки до другой, называют промежуточным курсом. Обозначим через  $D$  длину ортодромии между точками  $A$  и  $B$ ,  $\sum_{i=1}^n S_i$  — длину ломаной прямой между точками  $A$  и  $B$ , где  $S_1 = S_2 = \dots = S_n$  — длина локсодромии между двумя промежуточными точками. Разность между  $D$  и  $\sum_{i=1}^n S_i$  тем меньше, чем больше промежуточных точек выбрано на ортодромии. При расстоянии между промежуточными точками 200—300 миль эта разность практически неощутима, т. е.  $D \cong \sum_{i=1}^n S_i$  при  $S_1 = S_2 = \dots = S_n < 200 \div 300$  миль.

На практике поступают так. Вначале вычисляют значения начального и конечного курсов  $K_n$  и  $K_k$  из сферического треугольника  $P_nAB$  (см. рис. 121):

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{ctg} K_n &= \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{cosec} (\lambda_2 - \lambda_1) - \sin \varphi_1 \operatorname{ctg} (\lambda_2 - \lambda_1), \\ \operatorname{ctg} K_k &= -\operatorname{tg} \varphi_1 \cos \varphi_2 \operatorname{cosec} (\lambda_2 - \lambda_1) + \sin \varphi_2 \operatorname{ctg} (\lambda_2 - \lambda_1). \end{aligned} \right\} \quad (118)$$

Если пункты отхода и прихода расположены в разных полушариях (северном и южном), то разность  $(K_n - K_k)$  не представит величину полного изменения курса. В этом случае расчет производят дважды: первый для плавания от пункта отхода до точки пересечения ортодромии с экватором; второй — для плавания от экватора до точки прихода. Поэтому необходимо знать курс  $K_0$ , которым ортодромия пересекает экватор, и долготу  $\lambda_0$  точки  $M$  такого пересечения. Эти величины определяют по формулам (из сферического треугольника  $MBF$ ):

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} (\lambda_2 - \lambda_0) &= \sin \varphi_2 \operatorname{tg} K_k, \\ \sin K_0 &= \cos \varphi_2 \sin K_k. \end{aligned} \right\} \quad (119)$$

Рассчитав  $K_n$  и  $K_k$ , вычисляют число  $n = (K_n - K_k) / \alpha^\circ$ , где  $\alpha^\circ$  — целое число градусов (от 1 до  $5^\circ$ ), а  $n$  — число равных отрезков пути большого круга, каждый из которых можно пройти одним курсом при условии изменения этого курса на  $\alpha^\circ$  при переходе на следующий участок. Затем вычисляют длину одного отрезка ломаной линии, т. е. длину плавания  $S_i$  между двумя промежуточными точками по локсо-

дромии, считая  $D = \sum_{i=1}^n S_i$ , где  $S_i$  — длина отрезка ломаной линии, а  $D$  — длина ортодромии, т. е.

$$S_i = D/n \quad (120)$$

Имея значения величин  $S_i$  и  $n$ , плавание совершают следующим образом. В точке  $A$  судно ложится на ИК= $K_n$  и следует им  $S_i$  миль, после чего оно меняет свой курс на  $\alpha^\circ$  и т. д. до прихода в точку  $B$ .

**Пример 31** Для перехода из района Филиппинских о-вов ( $\varphi_1=11^\circ 25,6'N$ ,  $\lambda_1=127^\circ 15,0'E$ ) в район Калифорнийского залива ( $\varphi_2=20^\circ 03,0'N$  и  $\lambda_2=107^\circ 30,0'W$ ) Рассчитать, через сколько миль плавания следует менять курс на величину  $\alpha=2,0^\circ$

**Решение** 1) Расчет величин  $D$ ,  $K_n$  и  $K_K$  производят по формулам (117) и (118)

|                 |                    |        |         |           |                  |                      |                  |
|-----------------|--------------------|--------|---------|-----------|------------------|----------------------|------------------|
| $\varphi_1$     | $11^\circ 25,6'N$  | $\sin$ | 9 29691 | $\cos$    | 9 99131          | $\cos$               | 9 99131          |
| $\varphi_2$     | $20^\circ 03,0'N$  | $\sin$ | 9 53509 | $\cos$    | 9 97285          | $\sin$               | 9 56224          |
| $\Delta\lambda$ | $125^\circ 15,0'E$ | —      | —       | $\cos$    | 9 76129          | $\cos$               | 0 08797          |
|                 |                    | $+1$   | 8 83200 | $-11$     | 9 72545          | $+1$                 | 9 64152          |
|                 |                    | $AG$   | 0 89345 | $\beta$   | 9 94061          | $\alpha$             | 0 12045          |
|                 |                    |        |         | $\cos$    | 9 66606          | $\operatorname{ctg}$ | 9 76197          |
|                 |                    |        |         | $\bar{D}$ | $62^\circ 23,7'$ | —                    | —                |
|                 |                    |        |         | $D$       | 117 36,3         | $K_n$                | $59^\circ 58,2'$ |
|                 |                    |        |         | $D$       | 70 56,3'         | $K_n$                | $60,0^\circ$     |

|                      |         |                        |         |                      |                  |
|----------------------|---------|------------------------|---------|----------------------|------------------|
| $\sin$               | 9 26991 | $\operatorname{tg}$    | 9 30561 | —                    | —                |
| —                    | —       | $\cos$                 | 9 97285 | $\sin$               | 9 53509          |
| $\operatorname{ctg}$ | 9 84925 | $\operatorname{cosec}$ | 0 08797 | $\operatorname{ctg}$ | 9 84925          |
| $+11$                | 9 14616 | $-1$                   | 9 36643 | $-11$                | 9 38434          |
| $AG$                 | 0 49536 | $AG$                   | 0 01791 | $\alpha$             | 0 29216          |
|                      |         |                        |         | $\operatorname{ctg}$ | 9 67650          |
|                      |         |                        |         | $\bar{K}_K$          | $64^\circ 34,1'$ |
|                      |         |                        |         | $K_K$                | 115 23,9'        |
|                      |         |                        |         | $K_K$                | 115,4°           |

2) расчет величин  $n$  и  $S$

$$n = \frac{K_n - K_K}{2^\circ} = \frac{60,0^\circ - 115,4^\circ}{2^\circ} = \frac{55,4^\circ}{2^\circ}, \text{ т. е. } n = 27,7 = 28,$$

$$S_i = \frac{D}{n} = \frac{7056,3'}{28}, \text{ т. е. } S_i = 252,0'$$

**Ответ** Пройдя начальным курсом ( $K_n=60,0^\circ$ ) расстояние 252 мили, судно должно менять курс на  $2,0^\circ$  вправо и таким образом следовать до пункта назначения



### § 46. Подготовка к переходу

**Рейсовое задание и рейсовый план.** Основным видом технологического процесса работы морского транспортного судна является его рейс, определяемый рейсовым заданием, которое сообщается капитану судна заблаговременно. Такое задание включает в себя род и количество подлежащих перевозке грузов, порты погрузки, выгрузки и бункеровки, а также ряд других важных условий и особенностей предстоящего рейса.

Для администрации судна такое рейсовое задание является основной (базой) для тщательного изучения и анализа всех обстоятельств намечаемого рейса и для разработки рейсового плана. Последний является оперативным заданием, осуществление которого за соответствующий рейсу отрезок времени обеспечивает выполнение судном его календарных планов. Рейсовый план содержит все необходимые инструктивные указания, разъясняющие и уточняющие условия выполнения предстоящего рейса: наименование портов назначения и последовательность захода судна в них, род и количество грузов; характер грузовых операций и т. д. Очень важным элементом рейсового плана является продолжительность рейса с указанием времени его начала и конца. Продолжительность рейса, определяющая расходы на перевозку и ее эффективность, включает в себя ходовую  $t_x$  и стояночную  $t_c$  составляющие.

Ходовая составляющая  $t_x$  продолжительности рейса рассчитывается по протяженности  $l$  всех отдельных его участков и скорости судна  $V$  при плавании по каждому из таких участков. При планировании рейса длина пути  $l$  выбирается из специальных таблиц морских расстояний. Однако следует иметь в виду, что в различных по длине пути рейсах навигационные условия плавания также различны, а поэтому фактически проходимые судном расстояния часто отличаются от табличного, так как судоводитель выбирает курсы судна и скорость его движения в зависимости от конкретных условий плавания. Затраты времени, например на вспомогательные ходовые операции, зависят прежде всего от числа таких операций, т. е. от конкретных условий, в которых предстоит совершить плавание. В этой связи расчет рейсового плана тесно связан с тщательным анализом всех обстоятельств предстоящего рейса: определением скорости и времени движения в узкостях, на подходах к портам; учет возможных задержек в ожидании каравана при обязательных лоцманских проводках судов, в ожидании полной воды, светлого времени суток, ледокола и т. п.

Удобным пособием для быстрого определения времени, необходимого на переход судна, может служить специальный график (рис. 122).

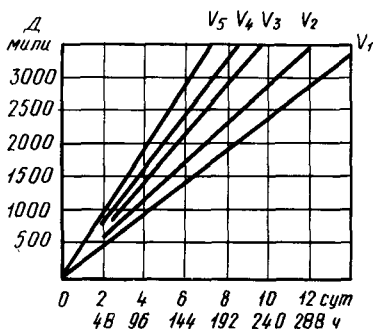


Рис. 122. График ходового времени

Заблаговременная выдача судну рейсового задания со всей располагаемой сопутствующей информацией и разработка администрации судна детального рейсового плана на предстоящий переход позволяют правильно определить и оптимально сократить продолжительность рейса. В этом заложена основа четкой реализации непрерывного графика работы флота и повышения эффективности работы судов.

### Подбор навигационных пособий на переход.

Получив рейсовое задание на судне, одновременно с прочими работами начинают навигационную подготовку к предстоящему переходу: с помощью Каталога карт и книг подбирают все необходимые для успешного выполнения рейса навигационные пособия, корректируют их по самым последним корректурным документам, изучают трассу предстоящего перехода в гидрометеорологическом и навигационном отношениях, выбирают наиболее выгодные пути и производят предварительную прокладку, которой предшествует составление штурманской справки на переход.

На переход должны быть подобраны: морские навигационные карты (генеральные, путевые, частные) и планы; вспомогательные, справочные и специальные карты (обзорные, радиомаяков и радиостанций, рекомендованных путей, часовых поясов, радионавигационные, гидрометеорологические, карты-сетки и др.); руководства для плавания (лоции, «огни и знаки», «Радиотехнические средства навигационного оборудования», «Океанские пути мира», «Радиолокационные описания маршрутов» и др.); атласы; описание и правила плавания; общие справочные и специальные пособия, включая «Свободное описание районов, в которых запрещено или ограничено плавание судов» (по морям и океанам); таблица расстояний; комплект Извещений для мореплавателей.

**Корректуря пособий, подобранных для перехода.** Карты и руководства для плавания, полученные из базовой радионавигационной камеры, будут откорректированы в (БЭРНК) парокходства по день их выдачи на судно. Ранее имевшиеся на борту карты и руководства для плавания корректирует третий помощник капитана на основании последних корректурных документов по день выхода судна в рейс. В условиях плавания корректуру дополнительно производят по радиозвещениям мореплавателям: НАВАРЕА, НАВИП, ПРИП и местным.

В первую очередь корректируют карты и руководства для предстоящего перехода и лишь затем все другие навигационные судовые пособия. Более того, при коротких стоянках часть корректуры для предстоящего плавания производится на переходе. Эта работа долж-

на осуществляться так, чтобы на последующие 1—2 сут перехода карты и руководства для плавания были откорректированы в предшествующие сутки.

**Штурманская справка на переход.** После корректуры карт и руководств для плавания с их помощью прорабатывают переход (изучают трассу в навигационном отношении) и составляют штурманскую справку. Если стоянка непродолжительная, прорабатывают только часть рейса, а остальную работу проводят в море. В штурманской справке в достаточной мере должны быть отражены следующие вопросы:

гидрометеорологические условия плавания — видимость, туманы, господствующие ветры, штили и штормы, постоянные и дрейфовые течения, приливы и приливо-отливные течения, ледовая обстановка и т. д.;

навигационная обстановка перехода — общая длина пути, характеристика береговой черты, надводные и подводные опасности, запретные и опасные районы, средства навигационного оборудования, приметные ориентиры и радиолокационные объекты, условия подхода к портам захода и якорным стоянкам, портовые правила и т. д. Особенно подробно должны быть отмечены: наименьшие глубины, встречающиеся на пути следования; описание всех опасностей (банок, рифов, мелей и т. д.), расположенных вблизи курса судна; расстояния от опасностей до курса следования судна и признаки приближения к таким опасностям (ограждающие пеленги, горизонтальные и вертикальные углы опасности, опасные радиолокационные расстояния); наиболее выгодное и безопасное расположение курсов при различных гидрометеорологических условиях в соответствии с указаниями лоций; наиболее удобное время для прохода опасных мест; возможности получить уверенные обсервации и рекомендации по оптимальным способам определения места судна; при подборе способов определения места судна в первую очередь учитывают их точность, возможность контроля правильности опознания ориентира, измерений и прокладки их результатов на карте, а также трудоемкость способа. Важно также учитывать возможности для исключения систематических и уменьшения влияния случайных ошибок измерений; мероприятия для обеспечения безопасного перехода; если трасса предстоящего перехода включает океанский переход, то в штурманской справке должны быть отражены рекомендации по выбору наиболее выгодного пути в океане (см. ниже).

Описания особо опасных моментов должны быть отмечены в штурманской справке красными чернилами или красным карандашом.

## **§ 47. Предварительная прокладка**

Штурманская справка должна быть проработана всем судоводительским составом судна. На основании этой справки выполняют предварительную прокладку. При ее осуществлении вновь подсчитывают и корректируют общую длину пути, необходимую для точного

определения потребного количества топлива, воды и запасов продовольствия, сопоставляют ее с данными таблицы расстояний, уточняют продолжительность рейса с учетом заходов в промежуточные порты. Здесь же, измеряя длину отдельных участков пути, рассчитывают моменты подхода к основным точкам поворотов, время прохода особоопасных мест трассы, вычисляют моменты и пеленги открытия и скрытия основных маяков и прохождения их траверзов, предполагаемые расстояния до береговых объектов. Для района действия приливо-отливных явлений заранее предвычисляют уровни моря и элементы приливо-отливных течений. Для удобства использования предварительных расчетов в дальнейшей работе их желательно сводить в табличную форму:

| № курса | ИК° | Плавание по курсу, мили | V, уз | Продолжительность плавания по курсу, ч, мин | Точки поворота        |               | Объекты и пеленги на них в момент поворота | Страницы лоций и других руководств для плавания |
|---------|-----|-------------------------|-------|---------------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|         |     |                         |       |                                             | Время прихода, ч, мин | Координаты, ° |                                            |                                                 |
|         |     |                         |       |                                             |                       | φ             |                                            |                                                 |
|         |     |                         |       |                                             |                       |               |                                            |                                                 |

**Подъем карт.** После выполнения предварительной прокладки на карты наносят дополнительную навигационную информацию, особо выделяя на них те сведения, которые будут иметь важное значение при выполнении намеченного перехода. Эта процедура носит название «Подъем карты», выполняется простым и цветными карандашами, а в отдельных случаях и цветной тушью.

Прежде всего необходимо нанести на карты границы районов действия особых правил плавания. Наиболее важные сведения из таких правил можно выписать на нерабочем месте карты; здесь же дать ссылки на те страницы лоции (или другого документа), где эти особые правила приведены полностью. После этого проводят границы фарватеров и рекомендованные курсы, наносят системы разделения движения судов; особо (цветным карандашом) выделяют отдельно лежащие опасности как естественные (банки, скалы, камни, мели и др.), так и искусственные (свалки грунта и др.).

Цветным карандашом отмечают участки берега и ориентиры, четко отображаемые на экране РЛС. У мест РМ<sup>к</sup>, Аэро РМ<sup>к</sup>, РМО, находящихся на карте, и около перемещенных мест таких РТСНО, находящихся за рамкой карты, ставят их номера (и названия), соответствующие Руководству. Далее простым карандашом наносят границы дальности видимости маяков и знаков (с учетом высоты глаза наблюдателя); в соответствующих местах карты надписывают магнитное склонение, приведенное к году плавания.

Особое внимание уделяется подъему карты на тех ее участках, где линия пути судна протекает в непосредственной близости от

различного рода опасностей, а также там, где она проходит через узкости и акватории, стесненные навигационными опасностями. В таких случаях более четко выделяют секторы маяков, ограждающие опасности, а в местах их отсутствия проводят дополнительные ограждающие линии положения (опасные пеленги, опасные расстояния и др.). В случае необходимости намечают ориентиры для изменения поворотных пеленгов, проводят линии приметных естественных створов; на районы особенно сложных для плавания узкостей наносят заранее рассчитанные сетки изолиний (гониометрические, стадиометрические и др.).

В целях обеспечения судовождения на случай пониженной видимости (пренебрегать вероятностью которой никогда нельзя) необходимо наметить и провести предостерегательные изобаты, цветным карандашом отметить границы акватории, рассматриваемой как безопасная для осадки судна, выделить районы с характерным рельефом дна, пригодные для определения места по глубинам, провести отражающие изобаты.

В заключение желательно провести линии равных точностей определений места судна хотя бы по отдельным наиболее важным ориентирам, позволяющим контролировать продвижение судна по линии избранного и проложенного на карте пути судна.

Нанесение дополнительной информации на карты при их «подъеме» желательно сопровождать заполнением сопутствующих информационных таблиц.

Полезные данные о СНО, радиомаяках, РНС, приливах, глубинах могут быть заранее рассчитаны и записаны только в том случае, если время начала плавания известно заранее. Но поскольку оно часто уточняется лишь в момент выхода судна из порта отхода, для предварительных расчетов используется так называемое оперативное время отхода судна — 00 ч 00 мин. С выходом судна в рейс время отхода должно быть добавлено ко всем моментам, на которые ранее проведены предварительные расчеты.

**Доработка предварительной прокладки.** Подъем карты, кроме привлечения дополнительной информации, акцентирует внимание судоводителя на опасностях судовождения в каждом конкретном районе плавания, помогает ему более объективно оценить навигационное обеспечение выбранного и предварительно проложенного пути судна. Последнее (обеспечение) с учетом особенностей судна, задач рейса, индивидуальных качеств капитана и ряда других обстоятельств может в порядке обратной связи вызвать необходимость в некоторых уточнениях и даже изменениях ранее выбранного пути, т. е. необходимость в корректуре и доработке предварительной прокладки. Такая доработка должна сопровождаться решением ряда ключевых элементов плана перехода, например:

установить безопасную скорость в соответствии с условиями плавания и маневренными характеристиками судна;

отметить участки пути, на которых возможны изменения в режиме работы главного двигателя;

установить минимальный запас воды под килем, требующийся в «критических» с точки зрения проходных глубин районах;

отметить места, где точность определения места судна также является «критической» с точки зрения обеспечения безопасности плавания;

сделать пометки, рекомендации по действию на мостике на случай непредвиденных обстоятельств, осложняющих точное выполнение намеченного плана и даже обуславливающих временный либо окончательный отказ от него.

Вышеприведенные детали желательно обозначить в подходящих местах карты.

## **§ 48. Выбор пути в открытом море**

**Общие сведения.** Известно, что переход судна из одной точки земной поверхности в другую по дуге большого круга является наикратчайшим по расстоянию. Этот путь, однако, нередко может быть не кратчайшим по времени, затраченному на данный переход, так как на скорость передвижения судна в морской воде оказывает влияние ряд внешних и внутренних для судна факторов, например навигационные условия на переходе (скорость и направление ветра, скорость и направление течений; высота волн и направление фронта волнения относительно ДП судна; замерзаемость по маршруту; глубины моря; способы судовождения и управления судном в море и многое другое). Кроме фактора времени, в перевозках по морю важное значение имеют условия перевозки отдельных грузов, например, нежелательность резкой смены температуры воздуха и (или) морской воды при транспортировке скоропортящихся продуктов, а также сильной качки судна на пассажирских и крупных судах с целью выполнения условий комфорта для пассажиров.

Все вышеперечисленное часто не позволяет осуществлять плавание по кратчайшему расстоянию и даже кратчайшее по времени плавание между пунктами отхода и прихода отождествлять с понятием наивыгоднейшего или оптимального пути судна в данном рейсе.

Наивыгоднейший путь — это такой путь судна, который позволяет совершить заданный рейс в наиболее короткие сроки при условии соблюдения требований безопасности для судна, груза и людей на его борту при всех навигационных и гидрометеорологических обстоятельствах, сопутствующих данному рейсу.

**Выбор пути.** За основу выбора пути в океане принимают рекомендации руководства «Океанские пути мира». Приводимую в этом пособии рекомендованную трассу по точкам переносят на генеральную карту океанской части заданного перехода.

Гидрометеорологические и другие факторы, имеющие место во время конкретного перехода, могут оказаться отличными от средних (на которых базируются рекомендации руководства «Океанские пути мира»), а иногда столь неблагоприятными, что выгода при плавании

по рекомендованному пути окажется совсем незначительной либо ее не будет. На самом деле, оптимальный путь судна может быть найден лишь с помощью достоверной карты оперативной (текущей) синоптической обстановки на трассе перехода, карты волнения с главными элементами (высотой и фронтом океанской волны), а также достоверного прогноза всех этих гидрометеорологических элементов на 2—3 сут вперед. Такая задача может быть решена судоводителем только непосредственно на переходе.

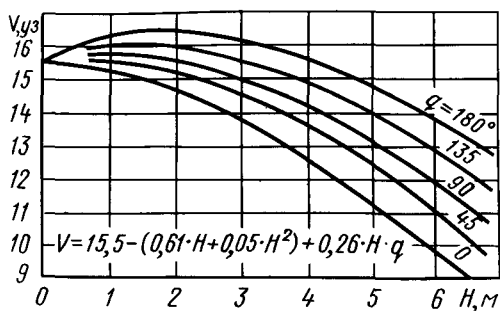


Рис. 123. График скорости судна при волнении

Ветер более 4 баллов независимо от его направления вызывает уменьшение скорости судна и, следовательно, увеличивает время его перехода. Даже быстроходные пассажирские суда при встречном ветре 20—25 м/с теряют от 30 до 40% скорости. Кроме непосредственного влияния на корпус судна и его надстройки, ветер вызывает уменьшение скорости судна создаваемым им волнением. Именно волнение является основной причиной серьезных потерь в скорости. Уже при высоте волны 6—8 м скорость судна уменьшается на 43—64% (в зависимости от фронта волны и типа судна). Сильные же ветры (30—50 м/с и более) вызывают штормовые волны, высота которых в отдельных случаях достигает 20 м, что очень опасно. В условиях шторма судно испытывает сильную качку, возникает угроза смещения даже хорошо закрепленного груза. Сильное и длительное волнение моря наносит значительные повреждения корпусу, надстройке и оборудованию судна. В отдельных случаях штормовые волны являются основной причиной гибели морских судов. Кроме потери скорости, волнение вызывает несимметричное рыскание и уклонение судна от курса.

Перечисленное выше указывает на необходимость иметь на судне документы, отражающие зависимость скорости данного судна от высоты волн и направления их распространения относительно курса судна (курсового угла волнения). Такая зависимость может быть получена на основании статистической обработки результатов массовых наблюдений. На рис. 123 приведен образец подобного документа, на котором кривые, соответствующие различным курсовым углам волнения  $q^\circ$ , позволяют в зависимости от высоты волн определить скорость судна.

Постоянные и приливо-отливные течения, туманы, льды и мелководные районы на переходе могут также вызвать серьезные затруднения, увеличивая время перехода, а в отдельных случаях быть непосредственной причиной серьезных повреждений.

Способы судовождения и управления судном на переходе самым непосредственным образом влияют на протяженность пути и время перехода. Так, только внедрение на судах морского флота гироскопов, авторулевых, радиотехнических средств и других современных технических средств судовождения дало 0,8% сокращения протяженности проходимых морскими судами расстояний. Значительные резервы в экономии времени перехода заложены в выборе пути, трасса которого не перегружена потоком встречных судов.

Наиболее полный учет всех факторов, определяющих плавание наивыгоднейшими путями, возможен только с внедрением автоматизации судовождения.

### § 49. Автоматизированные системы судовождения

**Система комплексной автоматизации судовождения «Бриз».** Основным назначением автоматизированной системы навигации и управления судном (АСНУ) является комплексная обработка навигационной информации с целью получения наивероятнейших координат места судна и выработки данных для управления его движением. Кроме того, в современных АСНУ предусмотрено автоматизированное решение ряда судовых эксплуатационных задач. Создание АСНУ стало возможным только с появлением цифровой вычислительной техники и с развитием микроэлектроники.

На крупнотоннажных судах морского флота получила распространение комплексная автоматизированная система судовождения «Бриз», функционально состоящая из трех подсистем — навигации, предупреждения столкновений судов, грузовых операций, которые объединяются через общий информационно-вычислительный комплекс.

*Подсистема навигации* предназначена для автоматического решения счисления по показаниям курсоуказателя и лага; непрерывной коррекции счисления по данным РНС «Декка» и радиолокационных обсерваций; эпизодической коррекции счисления по данным РНС «Лоран-С», «Омега» и обсерваций по звездам; определения маршрутных координат судна (расстояний до точек поворотов и боковых отклонений судна от заданной линии пути); разовых навигационных расчетов линий положения по Солнцу, времени восхода и захода Солнца, поправки компаса, азимута и расстояния до заданной точки по локсодромии и ортодромии, угла ветрового дрейфа; непрерывной прокладки пути судна на навигационной карте.

*Подсистема предупреждения столкновений* обеспечивает решение задач автоматического обнаружения встречных целей на заданном расстоянии и в заданных секторах горизонта; автоматического или ручного захвата целей на автосопровождение; автоматического или полуавтоматического сопровождения захваченных целей с выявлением их маневров; вычисления параметров движения целей в режиме относительного или истинного движения с отображением результа-



тов в векторной форме на индикаторе кругового обзора судовой РЛС и в цифрах на цифровом табло; прогнозирования движения целей для оценки опасности ситуаций в предположении, что цели движутся прямолинейно и равномерно с упреждением до 30 мин; визуальной и звуковой сигнализации с появлением опасных целей; проигрывания маневров собственного судна на расхождение со встречными объектами.

*Подсистема грузовых операций* обеспечивает автоматизацию расчетов: водоизмещения и посадки судна, прочности в шести сечениях корпуса, остойчивости; запасов топлива и воды, размещения грузов по трюмам; распределения балласта.

Система «Бриз» может быть применена также для выполнения любых эпизодических расчетов по заданным формульным зависимостям. Кроме того, в ней предусмотрена автоматизация решения ряда эксплуатационных задач (после предварительного программирования на языке системы и ввода программ вручную с телетайпа или перфоленты). К таким расчетам относятся составление расчетной ведомости, рейсового отчета и др.

**Средства автоматизированной радиолокационной прокладки.** Современные средства автоматизированной радиолокационной прокладки (САРП) представляют собой электронные устройства обработки радиолокационных данных, предназначенные для предупреждения столкновений судов в море и для решения навигационных задач. Общим для всех САРП является использование цифровой вычислительной техники для обработки поступающих радиолокационных данных и отображения результатов обработки на индикаторе кругового обзора судовой РЛС в форме векторов, символов, охранных зон (секторов или колец), отметок прошлого движения целей и других обозначений.

К основным функциям САРП относятся: обнаружение целей; ручной и (или) автоматический захват целей на автосопровождение; автоматическое сопровождение целей; выработка данных по оценке опасности ситуаций; отображение данных; проигрывание маневра собственного судна для расхождения с опасными целями, с выдачей рекомендаций; визуальная и (или) звуковая сигнализация при появлении опасной ситуации. В некоторых САРП обеспечивается решение ряда навигационных задач, например: отображение на индикаторе границ фарватера (навигационных линий) и точек поворота; автоматическое определение места судна по сопровождаемому неподвижному радиолокационному ориентиру с известными координатами; вычисление сноса судна с заданной траектории; определение скорости судна по отношению к неподвижным ориентирам.

В соответствии с международными требованиями к использованию САРП допускаются только судоводители, прошедшие специальную подготовку. Наиболее эффективное обучение методам использования САРП обеспечивается с помощью электронных тренажеров.

На судах транспортного флота получила применение отечественная система автоматизированной радиолокационной прокладки

«Бриз-Е», которая поставляется в виде комплекта аппаратуры, сопрягаемой со штатными судовыми РЛС. В комплект входят: индикатор ситуаций с вычислительным устройством; прибор сопряжения с судовой РЛС, гирокомпасом и лагом; прибор вторичного питания и преобразователь напряжения.

Наиболее распространенной зарубежной САРП, используемой на судах Минморфлота СССР, является система «ДВ-7» (*Data Bridge-7*) производства норвежской фирмы «Норконтрол». Эта САРП, как и «Бриз-Е», относится к классу систем с автономным индикатором ситуаций и векторной формой отображения движения целей. Она может сопрягаться с теми же РЛС и датчиками навигационной информации, что и САРП «Бриз-Е».

**Системы автоматического управления курсом судна (авторулевые).** Все суда морского флота оборудуют системами автоматического управления (САУ) курсом судна. Основным элементом САУ является прибор управления, который обычно называют *авторулевым* (рис. 124).

Конструктивно авторулевой представляет собой вычислительное устройство, построенное на электромеханических и электронных элементах и вырабатывающее сигналы управления рулевой машиной судна. Углы перекладки пера руля при автоматическом управлении на 20—30% меньше, чем при ручном. Авторулевой позволяет повысить точность удержания судна на курсе, а эксплуатационная скорость при этом увеличивается в среднем на 2—3%, уменьшая механический износ рулевых агрегатов.

Новый тип авторулевых — адаптивный, с автоматической настройкой параметров схемы при изменении внешних условий плавания или скорости движения обеспечивает оптимальный режим работы системы без участия человека (оператора). Адаптивные авторулевые используются главным образом на крупнотоннажных су-

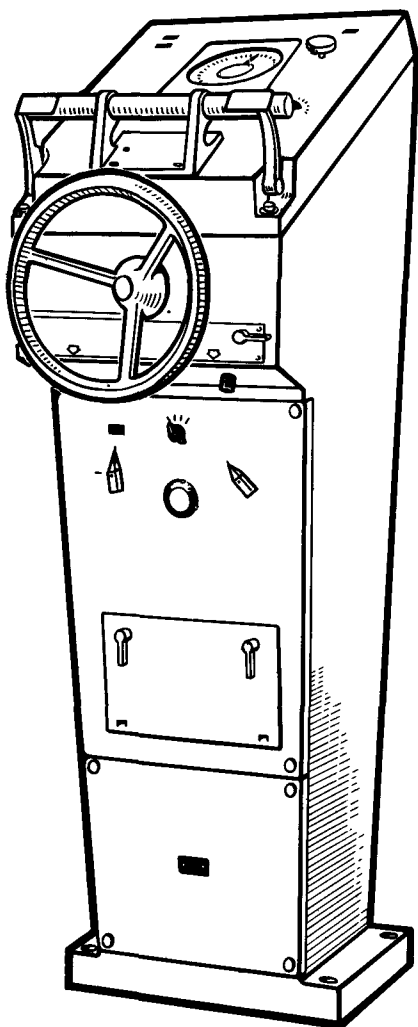


Рис. 124. Авторулевой

дах для улучшения их управляемости, особенно при движении с малой скоростью, на мелководье и в стесненных условиях плавания. Они создают дополнительный экономический эффект путем уменьшения пропульсивных потерь за счет управления судном. В схеме адаптивного авторулевого используется цифровая вычислительная техника.

В соответствии с требованиями Конвенции «СОЛАС-74» необходимо не более чем за 12 ч до отхода судна в рейс произвести проверку работы всех каналов управления рулем.

При плавании вблизи берегов, в местах с интенсивным движением судов, при входе и выходе из порта, а также при расхождении со встречными судами следует переходить на ручное управление.

## Часть вторая. УПРАВЛЕНИЕ МОРСКИМ СУДНОМ

---

### Глава 9. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДНА

#### § 50. Корпус и рангоут судна

**Корпус.** Основа судна, состоящая из внешней оболочки (наружной обшивки и настила верхней палубы), подкрепленной поперечными и продольными переборками и балками набора (килем, стрингерами, флорами, шпангоутами, бимсами, карлингсами), называется корпусом. Набор, обшивка, палубы, надстройки и другие палубные конструкции являются важнейшими частями судна, обеспечивающими его прочность, остойчивость и непотопляемость. Нормальное состояние корпуса судна предполагает его водонепроницаемость. Даже небольшая водотечность в надводной, а тем более в подводной части корпуса должна быть немедленно устранена, так как следствием водотечности являются ухудшение плавучести и остойчивости судна, а также подмочка груза. Надстройки и рубки судна поддерживаются в хорошем состоянии в основном за счет их лакокрасочных покрытий.

Судовые помещения делят на две основные группы:

помещения машинно-котельного отделения (МКО) — насосные отделения танкеров, туннели гребных валов и трубопроводов и др.;

помещения служебно-бытовые и общественные (СБО) — жилые, медицинские, кладовые и др.

К служебным относятся помещения, предназначенные для размещения и обслуживания технических средств, хранения грузов и судовых запасов, а также подсобные ремонтные помещения, пищеблок, медицинский блок, пассажирские помещения. К жилым помещениям относятся те, в которых согласно установленному для каждого типа судна расписанию размещается судовой экипаж. К помещениям общего пользования относятся помещения, предназначенные для приема пищи, отдыха, проведения культурно-массовых мероприятий и санитарно-гигиенические. Кают-компания на судне является помещением для приема пищи, занятий, совещаний, коллективного отдыха лиц командного состава. Старшим лицом в ней является капитан, а в его отсутствие — старший помощник капитана. Старшим лицом в столовой команды является боцман. Палубы и платформы являются важнейшими элементами корпуса, обеспечивающими его общую и местную прочность, а также водонепроницаемость. Поэтому до выхода судна в море тщательно проверяют герметизацию закрытия грузовых трюмов и других вырезов и отверстий в палубах.

При осмотре танков, пиков и цистерн, расположенных вне двойного дна, оценивают состояние трубопроводов, протекторной защиты, плотность закрытий, сварных швов и клепаных соединений.

**Рангоут.** Деревянные и металлические балки, служащие для установки ходовых огней, подъема сигналов и антенны, производства грузовых работ, несения парусов называются рангоутом судна. В настоящее время рангоут изготавливают в основном из стальных листов, сваренных или склепанных в виде труб. К рангоуту относятся: мачты, стеньги, бушприт, грузовые стрелы, рей, гики, гафели, флагштоки.

**Мачта** — вертикально установленная и неподвижно закрепленная вертикальная балка. На судне мачты, считая с носа, носят следующие названия: фок-мачта (первая); бизань-мачта (последняя); грот-мачты (первая грот-мачта, вторая грот-мачта и т. д.) — все другие между первой и последней.

**Стеньга** — вертикальная балка, укрепленная на верхнем конце мачты. **Брам-стеньга** — вертикальная балка, укрепленная на верхнем конце стеньги; **бом-брам-стеньга** — вертикальная балка, укрепленная на верхнем конце брам-стеньги; **трюм-стеньга** — вертикальная балка, укрепленная на верхнем конце бом-брам-стеньги. В соответствии с принадлежностью к той или иной мачте стеньги именуются с дополнительной приставкой, например фок-бом-брам-стеньга, грот-трюм-стеньга и др.

На современных судах с механическими двигателями основным назначением мачт является обеспечение грузовых работ и сигналопроизводства. В этой связи изменилась и конструкция мачт, появились одноколонные, двухколонные П-образные, Л-образные и другие виды конструкций мачт (рис. 125). На мачтах и стеньгах крепится подвижной рангоут: грузовые стрелы, рей, гики, гафели.

**Грузовая стрела** — балка, шарнирно соединенная с мачтой и обеспечивающая соответствующее расположение груза, находящегося на грузовом шкентеле (см. § 56).

**Рей** — горизонтальная балка, установленная на мачте или стеньге своей серединой; служит для прикрепления прямых парусов на парусных судах и для подъема сигналов на всех других судах.

**Гик** — горизонтальная балка, прикрепленная к мачте таким образом, что позволяет балке вращаться в горизонтальной плоскости; служит для крепления нижней кромки (шкаторины) паруса.

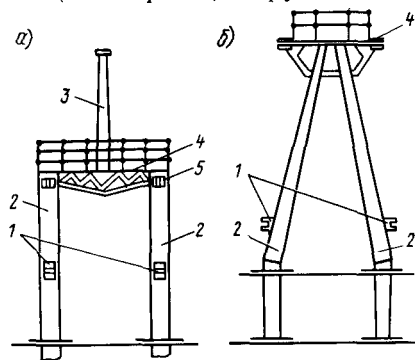


Рис. 125. Мачты:

а — П-образная, б — двуногая, Л-образная, 1 — башмаки (крепления грузовых стрел), 2 — мачта, 3 — стеньга, 4 — салинг, 5 — башмак топенант-блока

*Гафель* — наклонная балка, установленная так же, как и гик, но с приподнятым ее свободным концом; служит для крепления к нему верхней шкаторины паруса. Концы гиков и гафелей, которыми они крепятся к мачтам, называют пятками; внешние концы этих балок и концы реев называют ноками. Нижний конец мачты, стеньги, внутренний конец бушприта, конец грузовой стрелы, присоединенный к мачте, называют шпором. Верхнюю часть мачты, стеньги, а также середину рея называют топом.

## § 51. Тросы и цепи

**Растительные тросы.** *Пеньковый трос* изготавливается из волокон конопли и льна бельным (несмоленным) и смоленным. Смоленный трос имеет вес примерно на 12% больше, а прочность ориентировочно на 25% ниже, чем бельный; однако срок службы смоленного троса больше, чем бельного, благодаря лучшей защите его от атмосферного влияния. Пеньковые тросы растягиваются на 10% своей первоначальной длины.

*Манильский трос* изготавливается из волокон стеблей бананового дерева обычно бельным, но иногда и смоленным. По сравнению с пеньковым обладает большей гибкостью и легче последнего; он не тонет в воде, мало намокает, быстро высыхает, удобен для использования в качестве швартовых концов.

*Сезальский трос* изготавливается из агавы бельным; он также плавает на поверхности воды, но по прочности и эластичности уступает манильскому, а при замерзании становится хрупким.

*Кокосовый трос* эластичен, имеет прочность примерно в 4 раза, а вес в 2 раза меньше, чем пеньковый смоленный трос при равных диаметрах.

Основной размерной характеристикой растительного троса является длина окружности его поперечного сечения.

Растительный трос, диаметр которого меньше 25 мм, называется *линем*. Линь в две нити называется *шкимушгаром*. Линь в три нити называется *юзенем*. К линиям специального назначения относятся: *лаглинь*, *лотлинь*, *сигнальные фалы* и др. Тросы с длиной окружности 100—150 мм называются *перлинями*; от 150 до 330 мм — *кабельтовыми*; а более 330 мм — *канатами*.

Разрывная крепость растительного троса, Н:

$$N_k = kC_k^2 = k(\pi d)^2, \quad (121)$$

где  $C_k$  — размер троса по окружности, мм;

$k$  — коэффициент прочности, равный от 0,37 (сизальский) до 0,59 (пеньковый бельный);

$d$  — диаметр троса, мм.

Рассчитанная по формуле (121) разрывная крепость троса  $N_k$  в несколько раз превышает рабочее усилие  $T_k$  в тросе; другими словами, допустимая нагрузка  $T_k$  для растительных тросов принимается обычно равной от 0,1 до 0,16 от разрывной нагрузки  $N_k$ , т. е.

где  $n$  — коэффициент запаса прочности. Для растительных тросов  $n=6 \div 10$ , при подъеме людей  $n=14$ .

Растительные тросы хранят в сухих, доступных для проветривания помещениях; оберегают от огня, повышенных температур, дыма, различных масел, других горюче-смазочных материалов и кислот. Примерный срок службы растительного троса 3 года, перлиней — 2 года, прочих тросов — 1 год.

**Стальные тросы.** *Жесткий трос* — стальной трос с одним сердечником, выделанный из сравнительно толстых проволок, употребляется для стоячего такелажа — вант, штагов, неподвижных шкентелей, канатных стопоров и др.

*Полужесткий трос* применяется для стоячего такелажа на малых судах и для подъемных устройств.

*Гибкий трос* — стальной трос с семью пеньковыми сердечниками, выделанный из тонких проволок, употребляется для бегучего такелажа, швартовов, буксиров, шлюпочного рангоута, грузового устройства и др.

*Бензельный трос* — стальной трос из отожженных проволок, применяемый при такелажных работах.

Разрывная крепость стального троса может быть подсчитана по формуле (121), при этом коэффициент прочности  $k=3,3 \div 5,5$ .

Для предотвращения стальных тросов от ржавчины и порчи оцинковки их смазывают тавотом, соляровым и подобным ему маслами, смешанными с порошком графита. Запрещается чистить стальные тросы щетками или обмывать их каким-либо едким веществом.

Стальные тросы, имеющие более 10% порванных или поврежденных проволок, использовать не разрешается.

**Синтетические тросы.** Такие тросы обладают рядом преимуществ: высокая эластичность и гибкость как в сухом, так и во влажном состоянии; неподверженность влиянию кислот, щелочей, нефти, моющих средств, гниению, действию морских водорослей, грибов и других микроорганизмов; имеют значительно меньший вес и большую прочность. Изготавливаются из волокон синтетических полимеров — нейлона, капрона, лавсана, полипропилена и др. В то же время синтетические тросы обладают и рядом недостатков: накопление на поверхности тросов заряда статического электричества: опасное в пожарном отношении искрообразование при разряде статического электричества; повышенная скользкость, из-за которой обычные узлы, сплеси и накладки на кнехты обладают плохой держащей силой; «чрезмерная» эластичность, вследствие чего имеет место быстрое восстановление первоначальных размеров после снятия усилия или при разрыве («резинообразность»), опасное для работающих с тросами; недостаточная устойчивость под воздействием высоких температур и солнечных лучей, относительно быстрое «старение», изнашиваемость; подверженность воздействию олифы, каменноугольного дегтя, фенола и некоторых масел.

При расчете разрывной крепости синтетического троса по формуле (121) коэффициент прочности  $k = 1,3$ .

**Цепи.** Вместо тросов нередко применяют цепи — такелажные, грузовые, оплотные и др., представляющие собой овальные звенья без контрфорсов. Различают короткозвенные и длиннозвенные, а также калиброванные и некалиброванные цепи. Такелажная цепь, например, в 3 раза, а грузовая в 4 раза крепче, чем стальной трос такого же диаметра. Цепи применяют там, где требуется особо высокая прочность, стойкость против коррозирующего действия морской воды, нагрева, истирания и т. п. Недостатками цепей являются: значительная по сравнению с тросами тяжесть; малая эластичность при натяжении; опасность разрыва при работе при низких температурах; трудность определения доброкачественности цепи по наружному осмотру и др.

Разрывная крепость для такелажной цепи,  $H$ , рассчитывается по формуле

$$N_u = 373d_u^2, \quad (123)$$

где  $d_u$  — диаметр прутка звена, мм.

Рабочая крепость  $T_u(H)$  такой цепи обычно не превышает  $0,2N_u$ . При опробовании подобранной цепи к ней прикладывают нагрузку  $Q = 0,5N_u$ .

Цепи окрашивают специальной краской (газовой смолой); хранят подвешенными в сухих помещениях; в местах трения звенья смазывают маслом или смесью растопленного растительного сала с порошком графита.

## § 52 Такелаж и такелажное оборудование

**Такелаж.** Все снасти на судне, служащие для крепления рангоута управления парусами, подъема и спуска грузов, подъема сигналов, называют такелажем. Различают стоячий и бегучий такелаж.

**Стоячий такелаж** закреплен неподвижно и предназначен для удержания рангоута в нужном положении. Он изготовляется обычно из стального троса, а иногда из такелажных цепей. К нему относятся: штаги, располагающиеся в диаметральной плоскости судна и удерживающие мачты и стеньги спереди, в отличие от контр-штагов или ахтерштагов, удерживающих рангоут сзади к корме; ванты, бак-штаги и стеньфордуны, удерживающие рангоут (мачты, стеньги) с боков и несколько сзади. Каждая снасть стоячего такелажа носит свое название с приставкой в виде названия того рангоута, который она удерживает, например фор-стеньштаг, грот-ванты, фор-трисель-эрнст-бак-штаг и т. д.

**Бегучий такелаж** служит для изменения положения рангоута и парусов, подъема и спуска тяжестей, сигналов и для других целей; изготовляется из гибкого оцинкованного стального, растительного либо комбинированного троса. К такому такелажу относятся: фалы (для подъема реи, гафеля, флагов, сигнальных знаков), оттяжки



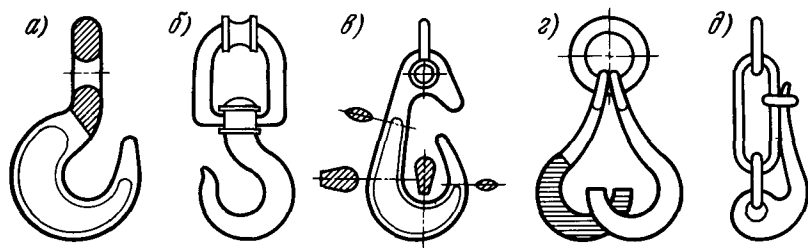


Рис. 126. Гаки:

а — простой, б — двойной вертлюжный; в — грузовой; г — храпцы; д — глагольгак

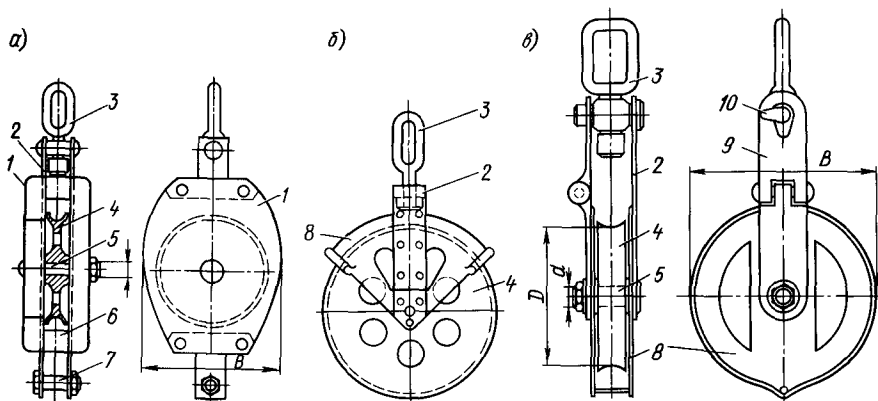


Рис. 127. Блоки:

а — деревянный; б — грузовой, в — металлический канефас-блок, 1 — щеки; 2 — оковка, 3 — подвеска; 4 — шкив; 5 — нагель; 6 — вкладыш, 7 — приспособление для крепления коренного конца троса; 8 — корпус; 9 — откидная часть; 10 — поворотный стопор откидной части

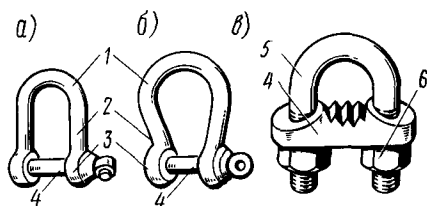


Рис. 128. Скобы:

а — прямая; б — круглая; в — зажим, 1 — спинка; 2 — лапки; 3 — проушины; 4 — седло; 5 — хомут; 6 — гайки

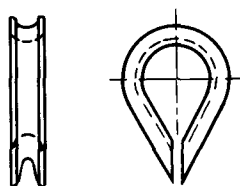


Рис. 129. Коуш

**Судовые уборки.** С целью поддержания судна в чистоте и порядке систематически проводят малые и большие уборки. Малые уборки проводят ежедневно каждой вахтой. Большие уборки производят не реже 3 раз в месяц; обычно в них участвует весь экипаж под руководством старшего помощника. Расписанием большой уборки предусматривается мытье корпуса и трюмов, палуб, мостиков и надстроек, наружного борта и шлюпок, всех судовых помещений, чистка приборов, механизмов и других элементов судового оборудования.

**Малярные работы.** Все окрасочные работы на судах выполняются в соответствии с Правилами окраски судов Минморфлота СССР, которые содержат указания о цвете и схемах окраски при постройке и ремонте судов; о периодичности окраски; о подготовке поверхностей, приготовлении материалов и технологии окрасочных работ, а также требования по уходу и наблюдению за окрашенными поверхностями, по приемке, контролю и хранению лакокрасочных материалов, по уходу за инструментом.

Основные правила техники безопасности при окрасочных работах следующие: счищая ржавчину или старую краску стальными щетками и скребками, необходимо работать в защитных очках; при окраске судовых помещений лакокрасочными материалами, содержащими токсичные и взрывоопасные вещества, работы выполняют не менее чем два человека; работая с красками, необходимо следить за чистотой рук, спецодежды, инструмента и посуды; при выполнении лакокрасочных работ в противогазах и респираторах необходимо делать перерыв через каждый час работы с отдыхом на свежем воздухе продолжительностью 10—15 мин; при работе с пожароопасными составами запрещается курить, применять открытый огонь, пользоваться электронагревательными приборами, наносить лакокрасочные материалы на горячие поверхности; при работе с красками, имеющими в своем составе свинец, курить можно только после тщательного мытья рук теплой водой с мылом; по окончании работы инструмент и рабочая тара должны быть очищены и промыты от остатков лакокрасочных материалов; запрещается производить лакокрасочные работы за бортом и на высоте во время хода судна, а также при стоянках в доке и на слипе; для работы за бортом судна необходимо надеть спасательные жилеты и страховые пояса; на палубе над местом работы за бортом должен постоянно находиться наблюдающий со спасательным кругом.

**Аварийно-спасательные работы.** Аварийное снабжение судов включает: доски, брусья, клинья, скобы, блоки, болты, быстротвердеющий цемент, жидкое стекло, парусину, кошму, различный слесарный инструмент; для прекращения течи через пробойны применяют пластыри и деревянные пробки (чопы).

*Кольчужный пластырь* представляет собой четырехугольную сетку (кольчугу), сплетенную из колец стального каната и обтянутую с обеих сторон двухслойной парусиной. В центре каждого кольца

слои парусины прошивают и усиливают круглыми шайбами из нескольких слоев толстой парусины. По кромке кольчугу окантовывают стальным канатом, к которому с помощью линя крепят окантовку из пенькового каната. На всех четырех углах пластыря в окантовку вдевают коуши, к которым крепят растяжки (шкоты) пластыря.

**Шпигованный пластырь** имеет также четырехугольную форму и изготавливается из двух слоев парусины; к одной из сторон пластыря ворсом наружу нашивается шпигованный мат.

**Облегченный пластырь** состоит из двух слоев парусины с прокладкой из кошмы.

**Легкий пластырь** состоит из двух слоев толстой парусины.

Шпигованный, облегченный, а также легкий пластыри окантовываются пеньковым канатом (ликтросом), имеющим по углам коуши для крепления шкотов.

**Аварийный ремонт судна.** Течь в корпусе может появиться в результате ослабления швов подводной части обшивки корпуса, при навале на причалы, при столкновении с другими судами, при посадке на мель и т. д. Для своевременного обнаружения течи в корпусе необходимо каждую вахту производить осмотр всех отсеков, замер воды в льялах. После каждого удара или толчка корпус должен быть осмотрен немедленно.

Для временной заделки пробоин снаружи применяют пластырь.

При больших размерах пробоины ставят фальш-шпангоуты — натянутые канаты, прикрывающие пробоину и идущие поперек судна.

**Аваральные работы.** Согласно Уставу службы на судах Министерства морского флота Союза ССР капитан имеет право в любое время суток проводить авральные работы, явка на которые для всех членов экипажа обязательна. К авральным работам относятся: швартовные операции; подготовка судна к выходу в море; подготовка к плаванию в штормовых либо ледовых условиях; работы, связанные с ликвидацией аварии и спасением судов и людей; работы по тревогам (пожарной, водяной, общесудовой, «Человек за бортом» и др.).

## § 54. Рулевое устройство

Рулевое устройство (рис. 135) служит для обеспечения движения судна по заданной траектории. Основной пост управления 1 находится в рулевой рубке и оборудуется штурвальным колесом (контроллером или кнопками), смонтированным на одной колонке с авто-рулевым. Связь поста управления с рулевой машиной 3 осуществляется через электрическую (или гидравлическую) рулевую передачу 2. В настоящее время рулевые приводы 4 устанавливают непосредственно у румпеля руля в виде сектора без промежуточных приводов; динамические удары волн гасятся специальными амортизаторами. Указатель 5 положения руля 6 обеспечивается репитером-аксиометром 7, устанавливаемым на лобовой переборке рулевой рубки так, чтобы у вахтенного помощника была возможность постоянно контролировать положение пера руля; аналогичный индикатор для рулевого устанавливается также на посту управления 1.

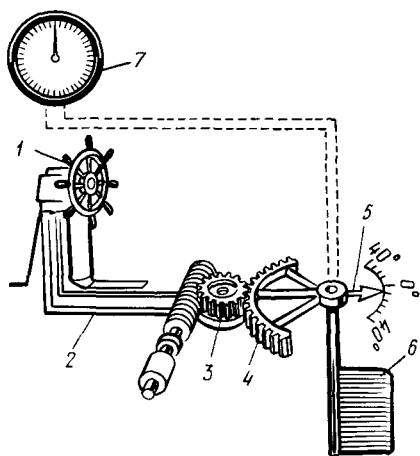


Рис. 135. Рулевое устройство

Рулевое устройство судна должно иметь основной, запасный и аварийный приводы. Запасный рулевой привод должен обеспечивать непрерывную перекладку руля с борта на борт не более чем за 30 с при скорости переднего хода не менее половины максимальной (но не менее 7 уз).

Средства активного управления САУ — специальные устройства, устанавливаемые на некоторых судах, способные создавать боковую силу и обеспечивать управляемость при отсутствии движения судна вдоль ДП или на предельно малых скоростях (3—4 уз), когда обычные рулевые устройства неэффективны. В качестве

САУ используются отдельные поворотные насадки (на двухвинтовых судах), крыльчатые движители, поворотные винтовые колонки, движители в поперечном канале, активные рули. Некоторые из перечисленных САУ могут действовать только в сочетании с главными движителями (отдельные поворотные насадки) или же быть одновременно и главными движителями (движительно-рулевые устройства — ГДРУ, например крыльчатые движители на портовых буксирах-кантовщиках, поворотные винтовые колонки на самоходных плавкранах). САУ, используемые только для движения и управления на предельно малых скоростях, называются вспомогательными движительно-рулевыми устройствами — ВДРУ (активные рули, поворотные винтовые колонки, крыльчатые движители).

Кроме того, используются движители, устанавливаемые в поперечном канале (каналах) в корпусе судна, в качестве которых применяются винты фиксированного шага (ВФШ) или регулируемого шага (ВРШ), крыльчатые движители. Такие САУ, способные создавать боковую силу, называются подруливающими устройствами (ПУ).

ВДРУ и ПУ относятся к вспомогательным средствам управления.

САУ могут устанавливаться и использоваться как в отдельности, так и в различных сочетаниях друг с другом, например активный руль и носовое подруливающее устройство, носовое и кормовое подруливающие устройства и др. Важнейшей характеристикой эффективности тех или иных САУ, устанавливаемых на данном судне, является максимальная скорость ветра, при которой эти САУ способны обеспечивать выполнение заданных маневров.

Особенно эффективным являются ПУ для крупнотоннажных судов. Их максимальная эффективность проявляется при полном отсутствии скорости судна.

Разворот на месте без использования главных движителей возможен, если на судне имеются два ПУ — в носу и в корме. Кроме того, два ПУ обеспечивают движение судна лагом без хода вперед или назад.

Носовое ПУ позволяет судну отойти от причала без разворота ДП, если одновременно с включением ПУ дать винту самые малые обороты вперед при переложенном в сторону причала руле.

Движение лагом без хода с одним ПУ можно обеспечить только на двухвинтовых судах, если винты работают «враздрай». При этом вперед должен работать винт того борта, в сторону которого направлена тяга ПУ. Таким же способом можно обеспечить удержание двухвинтового судна на месте без хода и дрейфа, если поперечная сила давления ветра не превышает силу тяги носового ПУ.

Весьма эффективно использование носового ПУ для обеспечения управляемости при движении судна назад, что позволяет сравнительно легко ошвартовать судно в стесненных условиях при подходе к причалу задним ходом и последующим поджатием носа с помощью ПУ.

## § 55. Якорное устройство

Якорное устройство — комплекс конструкций и механизмов, предназначенных для отдачи и (или) подъема судовых якорей, их крепления и хранения. В состав якорного устройства входят судовые якоря, якорные цепи, якорные механизмы, клюзы, цепной ящик, запасные детали. Общая схема якорного устройства дана на рис. 136.

**Судовые якоря.** В зависимости от места расположения на судне различают *носовые* (правого или левого борта) и *кормовые* якоря.

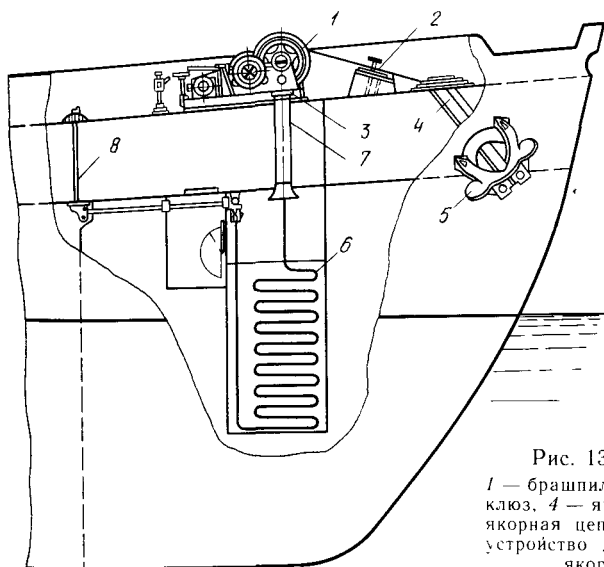


Рис. 136. Якорное устройство:  
1 — брашпиль, 2 — стопор, 3 — палубный  
клюз, 4 — якорный клюз, 5 — якорь, 6  
якорная цепь, 7 — клюзовые трубы, 8  
устройство для отдачи коренного кованца  
якорь-цепи (жака-галса)

По назначению судовые якоря подразделяют на *становые* (два в клюзах, один запасный — на палубе), удерживающие судно на определенном месте от сноса ветром и течением, *стоп-анкеры* (составляющие около  $\frac{1}{3}$  массы станового якоря), предназначенные для удержания судна совместно со становым якорем в определенном направлении относительно ветра, течения и волны и используемые также для снятия судна с мели, будучи завезенными к месту сбрасывания на катерах и шлюпках; *верпы* — малые судовые якоря, применяемые для различных работ; *дреки* — шлюпочные якоря; *кошки* — трех- и четырехлапые якоря массой всего в несколько килограммов, служащие для отыскания затонувших или вылавливания плавающих предметов. В качестве становых якорей, а также стоп-анкеров по правилам Регистра СССР допускается применять якоря: адмиралтейский, Холла и Грузона-Хейна (рис. 137).

**Якорные цепи.** Состоящие из звеньев якорные цепи изготавливают сваркой или литьем из мягкой стали. Для замены изнашивающихся участков цепи, удобства транспортировки, а также для того чтобы в случае необходимости цепь можно было легко и быстро разъединить, ее комплектуют из отдельных частей — смычек, которые в зависимости от их расположения в цепи называют якорной, промежуточными и коренной. Последнюю крепят к набору корпуса судна при помощи особого устройства, обеспечивающего при необходимости быструю отдачу якорной цепи вместе с отданным якорем.

Смычки соединяются между собой соединительными скобами. Для того чтобы якорная цепь не перекручивалась, в коренную и якорную смычки вводят вертлюги. Якорную цепь укладывают на судах в цепной (канатный) ящик — помещение, расположенное под брашпилем.

**Якорные механизмы.** *Брашпиль* — якорно-швартовый (двухъякорный) механизм с горизонтально расположенной осью вала цепного барабана со звездочкой, захватывающей звенья якорь-цепи.

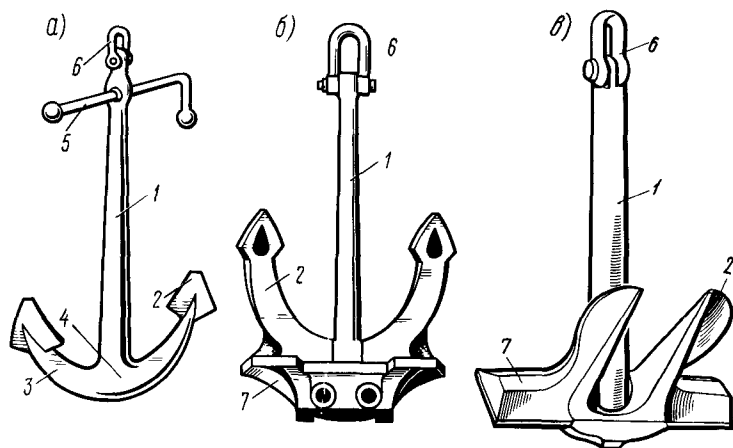


Рис 137 Якоря

а — адмиралтейский, б — Холла, в — Грузона Хейна, 1 — веретено, 2 — лава, 3 — рог, 4 — тренд, 5 — шток, 6 — скоба, 7 — коробка

**Шпиль** — якорно-швартовный (однойкорный) механизм с вертикально расположенной осью вала цепного барабана со звездочкой, захватывающей звенья якорь-цепи.

**Стопоры** (рис. 138) — устройства для фиксации якорных цепей на палубе, различают постоянные и переносные (рис. 139). Имеются специальные ленточные стопоры (на брашпили и на шпиле)

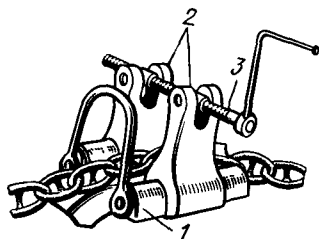


Рис 138 Палубный стопор винтовой  
1 — основание, 2 — стопорные колодки, 3 —  
винтовой шпindelь

**Цепной ящик. Ключи.** Отсек на судне для хранения якорных цепей, имеющий прямоугольную или цилиндрическую форму, называют цепным ящиком. Якорные цепи убираются в цепные ящики через палубные ключи, состоящие из ключевых труб, которые в верхней и нижней частях заканчиваются раструбами. Коренной конец якорной цепи закрепляют к корпусу судна в цепном ящике жвака-галсами.

**Правила эксплуатации якорного устройства.** Элементы якорного устройства выбираются из специальных таблиц Регистра СССР, входным аргументом в которые служит характеристика снабжения

$$N_c = \Delta^{2/3} + 3Bh + 0,1A, \quad (124)$$

где  $\Delta$  — объемное водонизмещение судна при осадке по летнюю грузовую марку,  $\text{м}^3$ ,  
 $B$  — ширина судна, м,  
 $h$  — высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м,  
 $A$  — площадь парусности в пределах длины  $L$  судна, считая от летней грузовой ватерлинии,  $\text{м}^2$

Обслуживание якорного устройства и управление якорными механизмами возлагаются на боцмана. На современных судах предусмотрено дистанционное управление якорными механизмами из рубки.

При работе с якорным устройством необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Перед отдачей и подъемом якорей необходимо убедиться в отсутствии людей в цепном ящике и в районе ключев, а на стоянках — в отсутствии людей на беседках и плавсредствах под ключами.

Запрещается выпускать суда в плавание, если якорное устройство имеет следующие неисправности: якорная цепь проскакивает в звездочке брашпиля; звенья цепи имеют выпавшие распорки (контрфор-

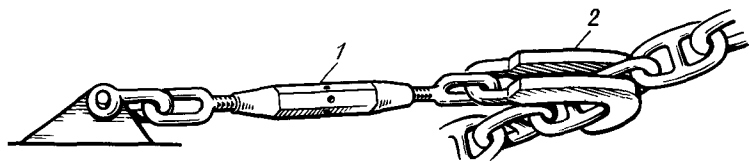


Рис 139 Переносной цепной стопор  
1 — талреп, 2 — кара

сы); неисправны стопоры; износ клюзов и стопоров препятствует нормальной работе устройства; не обеспечивается безотказная дистанционная отдача якорей из рулевой рубки; якорные цепи не подвергались испытаниям в установленные сроки и на них нет соответствующего свидетельства; отсутствует дистанционная отдача якорной цепи, не обеспечивается возможность отдачи жвака-галса усилиями одного человека.

### 5. Швартовное, грузовое и буксирное устройство.

**Швартовное устройство.** Для крепления судна к береговым (стационарным) и плавучим причальным сооружениям и объектам предназначено швартовное устройство, которое состоит из швартовных тросов, механизмов и приспособлений.

**Швартовные тросы (швартовы).** Могут быть стальными, синтетическими и растительными. Ходовые концы швартовов заделывают огонами, которые для крепления тросов на берегу накидывают на палы (тумбы). Если пал занят швартовом другого судна, то огон своего троса продевают снизу через уже заложенный огон и только после этого накидывают его на пал; такое крепление позволяет освобождать швартовы в любой последовательности (рис. 140). Число, длина и разрывное усилие швартовов определяются в соответствии с характеристикой снабжения  $N_c$  по формуле (124).

**Швартовные механизмы** — брашпиль, шпиль, лебедки. Швартовные лебедки работают в ручном и автоматическом режимах. Вначале трос, наложенный несколькими шлагами на барабан (турачку) лебедки, выбирается до нужной длины; затем лебедка переводится в автоматический режим с заданной силой натяжения швартовного троса, что позволяет лебедке автоматически подбирать слаbinу либо стравливать швартов при вертикальных перемещениях судна во время погрузки (выгрузки) и (или) вследствие колебания уровня моря.

**Швартовные приспособления.** Кнехты (рис. 141), литые из чугуна, реже сварные парные тумбы или крестовины устанавливаются вблизи швартовных клюзов, служат для крепления к ним швартовных и буксирных тросов; клюзы служат для пропуска швартовов с судна

за борт; киповые планки (рис. 142) служат для проводки швартовов при леерном ограждении, стальные, растительные и синтетические тросы; кранцы предназначены для смягчения ударов корпуса судна о внешние предметы. Кранцы различают мягкие и жесткие. Мягкие представляют собой мешки с пробочной крошкой, оплетенные прядями троса, или резиновые баллоны, заключенные в тросовые сетки

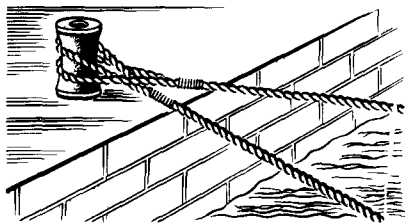


Рис. 140 Крепление швартовных концов на береговом пале



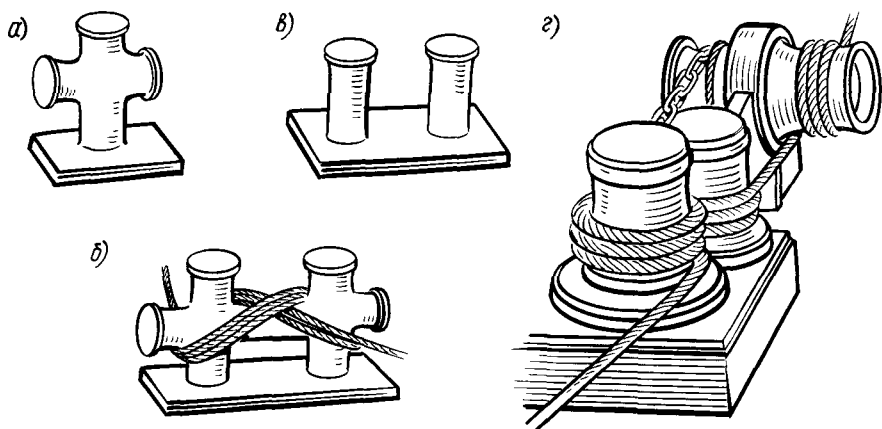


Рис 141 Кнехты

*а* — одиночные крестовые, *б* — парные крестовые, *в* — парные, *г* — вращающиеся

Жесткие кранцы — деревянные чурки (бревна), подвешенные на тро-сах к борту судна. Стопоры служат для удержания швартовов. Бро-сательные концы с их помощью проводят на берег швартовы. За-щитные щитки предохраняют судно от проникновения на него крыс с берега по швартовным концам.

При работе со швартовками следует строго соблюдать правила техники безопасности. Так, при выборе троса с помощью швартов-ного механизма на вращающийся барабан (турачку) необходимо наложить не менее четырех шлагов. При работе со стальными троса-ми необходимо пользоваться брезентовыми рукавицами. Традицион-ная схема расположения швартовных концов показана на рис. 143.

**Грузовое устройство** Комплекс судовых конструкций, механиз-мов и изделий, предназначенных для выполнения грузовых опера-ций, называют грузовым устройст-вом. Наличие на судах грузовых устройств различных типов обус-ловлено назначением и типом суд-на, его размерениями, районом плавания, особенностями бассей-на, в котором оно эксплуатирует-ся, характером перевозимых гру-зов и способом перевозки. Так, е-сли судно предназначено для грузо-вых операций на необорудованных рейдах либо в портах, не имеющих кранового оборудования, то оно должно обладать развитым грузо-вым устройством. Судно, работаю-щее на линии между хорошо обо-

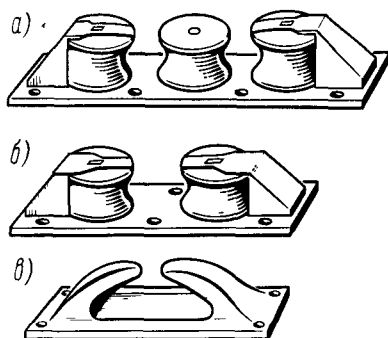


Рис 142 Кипы

*а* — с тремя роульсами *б* — с двумя роуль-сами *в* — без роульсов

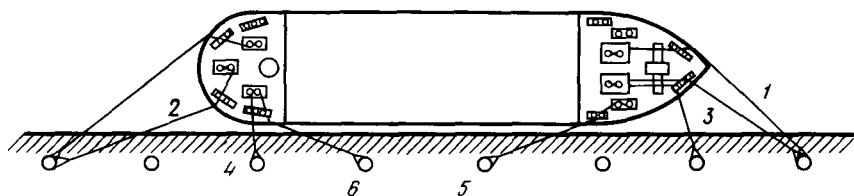


Рис 143 Швартовы судна у причала

1 и 2 — носовой и кормовой продольные, 3 и 4 — носовой и кормовой прижимные, 5 и 6 — носовой и кормовой шпринги

рудованными портами и предназначенное для перевозки массовых грузов (зерна, руды и т. п.), редко нуждается в использовании своего грузового устройства. Контейнеровозы обычно обслуживают регулярные линии между портами, имеющими терминалы по перегрузке контейнеров. Оборудование таких судов собственным грузовым устройством, как правило, не предусматривается. Суда с горизонтальной схемой ведения операций обычно оборудуют только вспомогательными стрелами для погрузки предметов снабжения и провизии. В качестве бортовых перегрузочных средств на таких судах имеется по несколько автопогрузчиков. На танкерах основное грузовое устройство состоит из трубопроводов и насосов, а вспомогательные грузовые стрелы служат для работ по пополнению снабжения, поддержанию грузовых шлангов и обслуживанию сухогрузного трюма. Пассажирские суда оборудуют грузовыми кранами, предназначенными для перегрузки багажа, почты и груза. При прочих равных условиях крупнотоннажные грузовые суда должны иметь более высокопроизводительное грузовое устройство во избежание экономических потерь от простоя в портах.

Рис 144 Грузовая стрела

1 — мачта, 2 — топенант, 3 — верхний блок, 4 — грузовой шкентель, 5 — гак, 6 — оттяжка, 7 — стрела, 8 — подпятник (башмак), 9 — нижний блок, 10 — конец шкентеля к барабану лебедки, 11 — лопасть топенанта

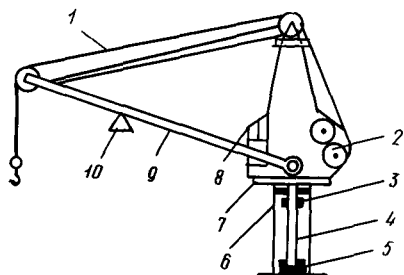
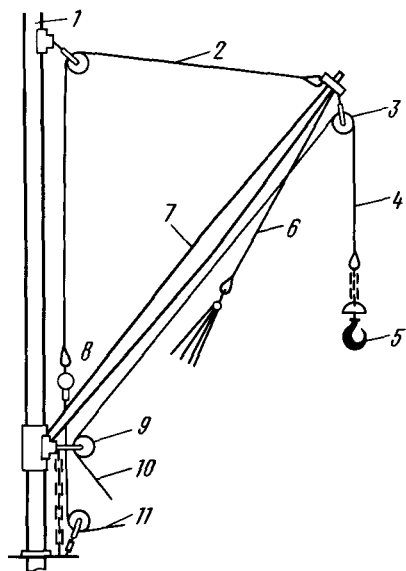


Рис 145 Судовой кран

1 — полиспаст (совмещенные грузовой шкентель и топенант), 2 — приводные механизмы, 3 — подшипник, 4 — баллер, 5 — подпятник, 6 — колонка, 7 — платформа, 8 — кабина управления, 9 — стрела крана, 10 — люстра освещения



Грузовые устройства современных морских сухогрузных судов различают периодического и непрерывного действия. К устройствам *периодического действия* относятся: устройства со стрелами и лебедками, в которых установка, поворот и изменение вылета стрел осуществляются с использованием мачт, грузовых колонок и др. (рис. 144); устройства с кранами, в которых грузовая стрела смонтирована совместно с механизмами подъема, поворота и изменения вылета стрелы (рис. 145); смешанные устройства, в которых имеются стрелы и краны. Грузовые устройства *непрерывного действия* — транспортеры и элеваторы — применяют только на специализированных саморазгружающихся судах.

**Буксирное устройство.** Комплекс изделий и механизмов, позволяющих судну буксировать другие суда или идти на буксире самому, называют буксирным устройством. По правилам Регистра Союза ССР каждое транспортное судно должно иметь буксирное устройство, состоящее из нескольких буксирных кнехтов или битенгов, клюзов и тросов. *Буксирные битенги* — это прочные сварные тумбы с крестовинами, прикрепленные к двум смежным палубам или к палубе и переборке. *Буксирные клюзы* ограничивают перемещение буксирного троса и обеспечивают его проход через фальшборт или леерное ограждение. К буксирному устройству предъявляют следующие требования: постоянная готовность к немедленному использованию; использование элементов устройства только по прямому назначению.

## § 57. Спасательные средства

Морские суда снабжаются спасательными средствами в соответствии с нормами, установленными Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74) и Правилами по конвенционному оборудованию морских судов Регистра СССР. Спасательные средства подразделяют на средства *коллективного пользования* (спасательные шлюпки, плоты и плавучие приборы) и *индивидуального пользования* (спасательные жилеты, круги и костюмы-комбинезоны).

Суда снабжают спасательными средствами в зависимости от района плавания и типа судна. Правила Регистра СССР определяют минимальное число спасательных средств для пяти видов плавания: от неограниченного района плавания до плавания в прибрежных районах и портовых водах. Суда, совершающие заграничные рейсы без ограничения, снабжаются по нормам для судов с неограниченным районом плавания, а суда, совершающие короткие заграничные рейсы, — по нормам для судов, плавающих в открытых морях на расстоянии от места убежища до 200 миль с предельным расстоянием между двумя местами убежища до 400 миль.

Снабжение спасательными средствами коллективного пользования судов различных типов неограниченного района плавания по нормам Регистра СССР отражено в табл. 12

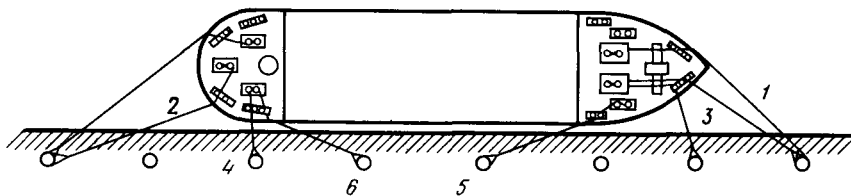


Рис 143 Швартовы судна у причала:

1 и 2 — носовой и кормовой продольные, 3 и 4 — носовой и кормовой прижимные, 5 и 6 — носовой и кормовой шпринги

рудованными портами и предназначенное для перевозки массовых грузов (зерна, руды и т. п.), редко нуждается в использовании своего грузового устройства. Контейнеровозы обычно обслуживают регулярные линии между портами, имеющими терминалы по перегрузке контейнеров. Оборудование таких судов собственным грузовым устройством, как правило, не предусматривается. Суда с горизонтальной схемой ведения операций обычно оборудуют только вспомогательными стрелами для погрузки предметов снабжения и провизии. В качестве бортовых перегрузочных средств на таких судах имеется по несколько автопогрузчиков. На танкерах основное грузовое устройство состоит из трубопроводов и насосов, а вспомогательные грузовые стрелы служат для работ по пополнению снабжения, поддержанию грузовых шлангов и обслуживанию сухогрузного трюма. Пассажирские суда оборудуют грузовыми кранами, предназначенными для перегрузки багажа, почты и груза. При прочих равных условиях крупнотоннажные грузовые суда должны иметь более высокопроизводительное грузовое устройство во избежание экономических потерь от простоя в портах.

Рис. 144. Грузовая стрела:

1 — мачта, 2 — топенант, 3 — верхний блок, 4 — грузовой шкентель, 5 — гак, 6 — оттяжка, 7 — стрела, 8 — подпятник (башмак), 9 — нижний блок; 10 — конец шкентеля к барабану лебедки, 11 — лопасть топенанта

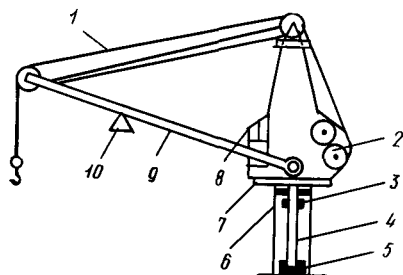
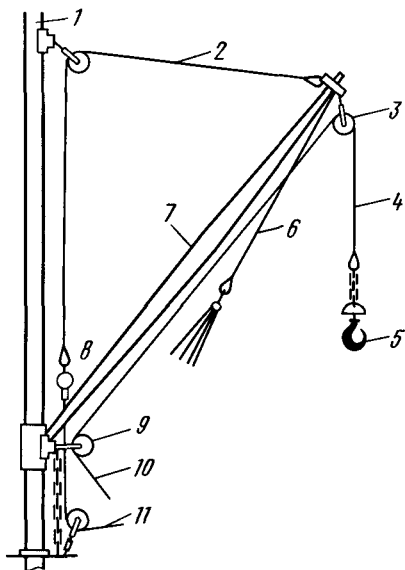


Рис. 145 Судовой кран:

1 — полиспаст (совмещенные грузовой шкентель и топенант), 2 — приводные механизмы, 3 — подшипник, 4 — баллер, 5 — подпятник, 6 — колонка, 7 — платформа, 8 — кабина управления, 9 — стрела крана, 10 — люстра освещения

Грузовые устройства современных морских сухогрузных судов различают периодического и непрерывного действия. К устройствам *периодического действия* относятся: устройства со стрелами и лебедками, в которых установка, поворот и изменение вылета стрел осуществляются с использованием мачт, грузовых колонок и др. (рис. 144); устройства с кранами, в которых грузовая стрела смонтирована совместно с механизмами подъема, поворота и изменения вылета стрелы (рис. 145); смешанные устройства, в которых имеются стрелы и краны. Грузовые устройства *непрерывного действия* — транспортеры и элеваторы — применяют только на специализированных саморазгружающихся судах.

**Буксирное устройство.** Комплекс изделий и механизмов, позволяющих судну буксировать другие суда или идти на буксире самому, называют буксирным устройством. По правилам Регистра Союза ССР каждое транспортное судно должно иметь буксирное устройство, состоящее из нескольких буксирных кнехтов или битенгов, клюзов и тросов. *Буксирные битенги* — это прочные сварные тумбы с крестовинами, прикрепленные к двум смежным палубам или к палубе и переборке. *Буксирные клюзы* ограничивают перемещение буксирного троса и обеспечивают его проход через фальшборт или леерное ограждение. К буксирному устройству предъявляют следующие требования: постоянная готовность к немедленному использованию; использование элементов устройства только по прямому назначению.

## § 57. Спасательные средства

Морские суда снабжаются спасательными средствами в соответствии с нормами, установленными Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74) и Правилами по конвенционному оборудованию морских судов Регистра СССР. Спасательные средства подразделяют на средства *коллективного пользования* (спасательные шлюпки, плоты и плавучие приборы) и *индивидуального пользования* (спасательные жилеты, круги и костюмы-комбинезоны).

Суда снабжают спасательными средствами в зависимости от района плавания и типа судна. Правила Регистра СССР определяют минимальное число спасательных средств для пяти видов плавания: от неограниченного района плавания до плавания в прибрежных районах и портовых водах. Суда, совершающие заграничные рейсы без ограничения, снабжаются по нормам для судов с неограниченным районом плавания, а суда, совершающие короткие заграничные рейсы, — по нормам для судов, плавающих в открытых морях на расстоянии от места убежища до 200 миль с предельным расстоянием между двумя местами убежища до 400 миль.

Снабжение спасательными средствами коллективного пользования судов различных типов неограниченного района плавания по нормам Регистра СССР отражено в табл. 12.

| Тип судна     | Число людей, обеспечиваемых спасательными средствами, % |                    |                  |
|---------------|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------|
|               | Спасательные шлюпки                                     | Спасательные плоты | Плавучие приборы |
| Пассажирское  | 100                                                     | 25                 | 3                |
| Грузовое      | 200                                                     | 50                 | —                |
| Нефтеналивное | 200                                                     | 50                 | —                |
| Промысловое   | 100                                                     | 50                 | —                |
| Рыболовное    | 100                                                     | 100                | —                |

Суда неограниченного района плавания снабжаются моторными спасательными шлюпками. На грузовых и рыболовных судах валовой вместимостью 1600 рег. т и более должно быть не менее одной моторной шлюпки; на пассажирских и промысловых судах — не менее двух, установленных по одной с каждого борта. Нефтеналивные суда неограниченного района плавания обеспечиваются только моторными спасательными шлюпками.

**Спасательная шлюпка.** Обладает внутренним запасом плавучести, остойчивостью, прочностью, мореходностью, имеет предметы снабжения и запасы, предназначенные для спасения экипажа и пассажиров. Спасательные шлюпки окрашиваются снаружи в белый или оранжевый цвет, внутри — в оранжево-красный. Планширь и полосу на наружной поверхности обшивки шириной не менее 150 мм окрашивают в светло-красный цвет, если наружная поверхность окраски белая. На обоих наружных бортах форштевня шлюпки наносят несмываемой черной краской размеры шлюпки и число допускаемых к размещению в ней людей. На обоих бортах носовой части шлюпки указывают порт приписки и название судна, ниже названия — номер шлюпки. В кормовой части шлюпок судов заграничного плавания латинскими буквами наносят название судна. На наливных судах, перевозящих опасные грузы, применяют спасательные шлюпки закрытого типа, обеспечивающие защиту людей от огня, высокой температуры и дыма прочными водогазонепроницаемыми огнестойкими оболочками, орошаемыми водой.

Снабжение спасательных шлюпок регламентируется действующими стандартами, которые устанавливают в соответствии с решениями СОЛАС-74. В нашей стране нормы снабжения спасательных шлюпок составлены Регистром СССР в зависимости от категории судна.

Шлюпочное устройство включает: спасательные и рабочие шлюпки; спусковые устройства (шлюпбалки, кран-балки и др.); устройства для хранения и крепления судовых шлюпок по-походному (киль-блоки, найтовы и др.); приспособления, обеспечивающие посадку людей в шлюпки (наклонные и вертикальные трапы, спасательные шкентели и стальные сетки). Шлюпочное устройство должно обеспечивать безопасное вываливание спасательных шлюпок со спуско-

вой командой, а затем их спуск на воду с полным комплектом людей и снабжением при крене до  $15^\circ$  на борт и дифференте до  $10^\circ$ .

Современные шлюпбалки позволяют быстро спускать шлюпки. Спуск спасательной шлюпки в тихую погоду и без хода судна не представляет труда. Спуск на ходу и при волнении на море — сложная операция, которую можно отнести к особым случаям морской практики.

**Спасательный плот.** Обладает запасом плавучести, устойчивостью, оборудован палаткой для защиты находящихся на нем людей от воздействия внешней среды и располагает достаточным снабжением. Плоты могут быть жесткими и надувными. *Жесткие плоты* (рис. 146) изготавливают из легкого сплава или из пластмассы; их окрашивают в оранжевый цвет; на видных местах наносят порт приписки, название судна, номер плота, число людей, которое можно на нем разместить, и допустимую высоту сбрасывания. *Спасательный надувной плот* (рис. 147) — надувное плавучее устройство, основными частями которого является камера плавучести и соединенные с ней надувные дуги, надувное днище и банка-распорка, двойной тент. Автоматическое наполнение камеры плавучести, дуг и банки производится через отдельный впускной клапан, соединенный с баллоном гибким шлангом. Надувные спасательные плоты обычно выпускают двух типов: ПСН-6М и ПСН-10М соответственно на 6 и 10 чел.

Часть предметов, входящих в снабжение надувного плота, прикреплена к его корпусу либо уложена внутри в карман тента. Большая часть снабжения размещена в контейнере, представляющем собой легкий полый цилиндр, закрываемый с торцов крышками. Контейнер помещен в водонепроницаемый чехол.

Жесткие плоты сбрасывают в воду с палубы либо со спусковых устройств. Надувные плоты надувают после сбрасывания их с пускового устройства. В настоящее время получают развитие спусковые устройства, позволяющие спускать заполненные людьми плоты при помощи специальных плот-балок.

**Плавучие приборы.** Обладают достаточной плавучестью для поддержания на поверхности воды людей, держащихся за них. К ним относятся легкие спасательные плоты, а также скамьи и столы. Окраска и маркировка плавучих приборов такие же, как и у жестких спасательных плотов.

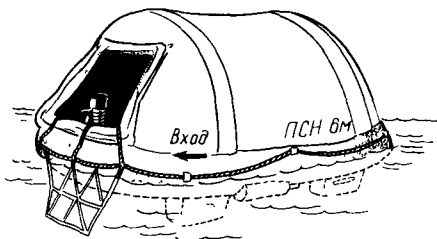


Рис 146 Жесткий спасательный плот

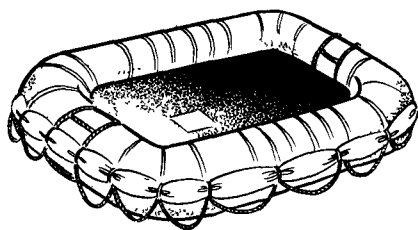


Рис 147 Надувной спасательный плот

**Спасательный жилет.** Предназначается для поддержания человека на поверхности воды, имеет по шесть элементов плавучести, обшитых и соединенных тканью оранжевого цвета. Жилет не только поддерживает человека в воде, но и придает ему положение, при котором он может дышать даже в бессознательном состоянии. Человек может подать звуковой сигнал свистком (находится в специальном кармане) или огнем (зажигается при выдергивании пробок батарейки и попадании в нее морской воды), время непрерывного горения которого около 10 ч; дальность видимости 2 мили. На всех судах число спасательных жилетов должно соответствовать максимально допустимому числу людей на борту и дополнительно 5% этого числа. Кроме того, на пассажирских судах должны быть детские спасательные жилеты (10% общего числа пассажиров).

**Спасательный круг.** Представляет собой плавучий круг со спасательным леером, может быть снабжен самозажигающимися огнем и дымовой шашкой. Их изготавливают из пеноаирита или пенопласта. С наружной стороны круг снабжается леером; его поверхность окрашивается ярко-оранжевой краской, на ней черной краской наносится название судна и порт приписки. Часть кругов снабжается самозажигающимися огнями (продолжительность горения не менее 45 мин), часть имеет автоматически действующие дымовые шашки (при попадании в воду дают дым оранжевого цвета). Количество спасательных кругов на судне зависит от его назначения и длины.

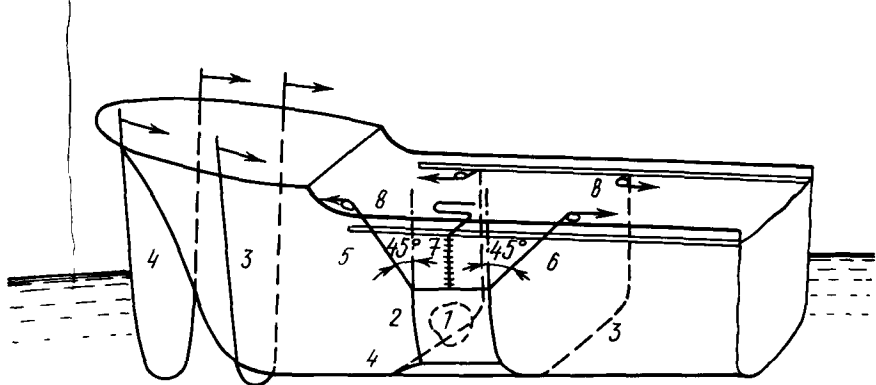
## § 58. Живучесть судна

Способность судна противостоять воздействию сил ветра и волн, пожаров и взрывов, а при аварийных повреждениях сохранять и восстанавливать свои мореходные качества, обеспечивая безопасность находящихся на борту людей, сохранность груза и судового имущества, называется его *живучестью*. Живучесть судна обеспечивается его непотопляемостью, пожаробезопасностью, живучестью технических средств и подготовленностью экипажа.

События, влекущие за собой повреждения судна, его частей или груза и выводящие судно на тот или иной срок из эксплуатации либо приводящие к полной его потере, называют аварийными случаями: те из них, которые приводят к гибели судна или к его полному конструктивному разрушению, называют кораблекрушением; если же в результате аварийного случая судно потеряло свою мореходность не менее чем на 48 ч, а пассажирское судно — не менее чем на 12 ч, тогда случай квалифицируется как авария. Наконец, когда мореходность судном теряется на период, меньший, чем 48 ч (пассажирское судно — менее чем на 12 ч), тогда аварийный случай относят к категории аварийных происшествий.

Любой аварийный случай с судном, приведший к человеческим жертвам, рассматривается как чрезвычайное происшествие и расследуется как авария.





*Непотопляемость* — один из важнейших элементов живучести судна, представляющий его способность оставаться на плаву и не опрокидываться при повреждении корпуса, вызвавшего затопление одного или нескольких отсеков. Организация борьбы за непотопляемость — составная часть повседневной организации судовой службы; она предполагает распределение обязанностей членов экипажа при аварийных ситуациях.

Для ликвидации водотечности корпуса и различных повреждений суда снабжаются аварийным инвентарем и материалами, среди которых непременно должны быть пластыри (мягкие или жесткие). На морских судах применяют мягкие пластыри четырех типов — кольчужный, облегченный, шпигованный и учебный. Наиболее прочным из всех мягких пластырей является кольчужный.

Пластыри на пробойну заводят следующим образом (рис. 148). Предварительно, используя нумерацию судовых шпангоутов, на палубе мелом отмечают границы пробойны 1. Затем к месту предстоящей работы подносят пластырь 2 с оборудованием. Одновременно приступают к заводке подкильных концов 3 и 4; к этому моменту судно не должно иметь хода относительно воды. Подкильные концы распределяют один к носу, другой к корме от пробойны на расстоянии ширины пластыря друг от друга. Затем с помощью скоб их соединяют к нижним углам пластыря 2, а к его верхней шкаторине крепят шкоты 5 и 6 и контрольный штерт 7. Далее, потравливая

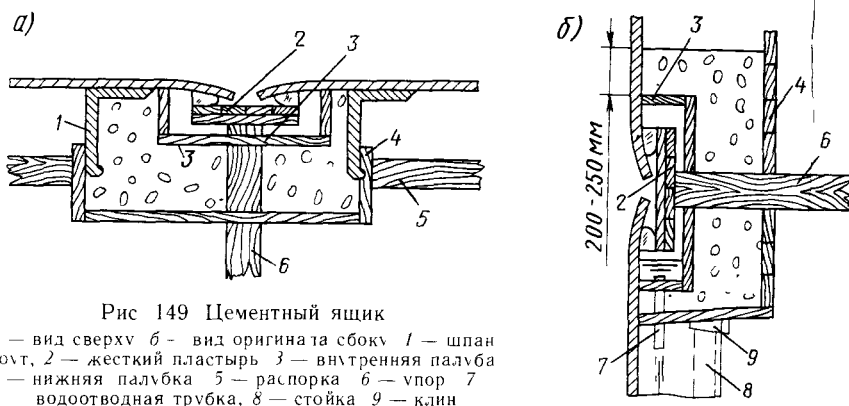


Рис 149 Цементный ящик

*а* — вид сверху *б* — вид оригинала сбоку 1 — шпангоут, 2 — жесткий пластырь 3 — внутренняя палуба 4 — нижняя палубка 5 — распорка 6 — упор 7 — водоотводная трубка, 8 — стойка 9 — клин

шкоты 5 и 6, штерт 7 и подбирая подкильные концы 3 и 4 с противоположного борта, стремятся разместить пластырь 2 в том месте, где расположена пробоина: отметки на палубе ориентируют относительно шпангоутов, а контрольный штерт 7 — относительно отстояния от главной палубы. По окончании заводки пластыря растянутые под нужным углом и выбранные втугоую шкоты и подкильные концы крепят на кнехтах и утках. При больших размерах пробоины перед заводкой на нее пластыря прибегают к заводке, обтяжке и закреплению нескольких стальных подкильных концов, работающих в качестве «фальшивых шпангоутов» и исключающих втягивание пластыря внутрь корпуса под давлением воды.

Осушив отсек, обшивку судна вокруг пробоины со стороны трюма тщательно очищают от краски, грязи, ржавчины и особенно от жирных веществ. Пробоину значительных размеров перекрывают арматурой в виде решетки из стальных прутьев или труб. Одновременно с подготовкой района повреждения к бетонированию подготавливают раствор бетона. После заделки пробоины внутренним коробчатым пластырем (рис. 149) для предотвращения размыва цемента ее закрывают внутренней деревянной опалубкой, из которой через отводные трубки удаляют воду. Затем на пробоину ставят наружную опалубку из плотно подогнанных друг к другу досок — «цементный ящик» с двумя открытыми сторонами: одной из них он прилегает к пробоине, через другую осуществляется заполнение бетоном.

Подводное бетонирование (в затопленном отсеке) обычно осуществляется из водолазы. Такое бетонирование производится лишь в случаях, когда доступ снаружи судна для предварительной заделки пробоины пластырем почему-либо невозможен.

## § 59. Пожаробезопасность

Пожаробезопасность судна обеспечивается: предупреждением возможности возникновения пожара на борту судна ограничением использования горючих материалов для оборудования судовых поме-

ш и внутренней отделки; ограничением распространения пожара по судну установкой огнестойких переборок и палуб; защитой путей эвакуации людей и путей для проведения борьбы с пожаром; использованием специальных конструкций противопожарных дверей, приводимых в действие с поста управления.

Для извещения экипажа о месте пожара или о значительном повышении температуры в отсеках и помещениях судна устанавливают специальные системы пожарной сигнализации. В качестве извещателей применяют электрические звонки, ревуны и специальные приборы-извещатели, действие которых основано на индикации повышения температуры или появления дыма при возникновении пожара.

Приемные устройства сигнализации предупреждения и обнаружения пожара обычно располагают в рулевой рубке или в другом месте, имеющем круглосуточную вахту, они устроены таким образом, что появление признаков пожара сообщается визуальным (на мнемосхеме) и звуковым сигналами. Система сигнализации обнаружения пожара в обычных условиях питается от судовой электросети, а в аварийных случаях — от аккумуляторной батареи.

К средствам пожаротушения относятся пожарный инвентарь и противопожарные судовые системы. На судах, как правило, имеется несколько стационарных систем пожаротушения.

*Система водотушения* состоит из пожарных насосов, трубопроводов, пожарных кранов и шлангов со стволами. Мощность пожарного насоса должна обеспечивать одновременную работу двух шлангов длиной 20 м и высоту струи воды не менее 10 м. К этой же системе следует отнести спринклерную систему, которая представляет собой трубопровод, постоянно заполненный пресной водой под давлением; от него отходят ответвления в обслуживаемые помещения с установленными на них спринклерными насадками. При повышении температуры в обслуживаемом помещении выше той, на которую отрегулирована спринклерная насадка, последняя автоматически срабатывает и распыляет воду в радиусе 1,5—2,0 м.

На судах в помещениях, предназначенных для перевозки взрывчатых и легковоспламеняющихся грузов, с целью снижения в них температуры и предупреждения возникновения пожара устанавливают системы орошения и затопления. На крупных пассажирских судах в коридорах, на автопалубах устанавливают водораспылители, создающие водяные зонты или завесы, препятствующие распространению пожара.

Система водотушения имеет ряд существенных недостатков. Так, тушение водой, как правило, приводит к порче груза, оборудования, отделки помещений. Водой не тушат горящий уголь и электрооборудование, находящееся под током, горящие металлы, карбид. Компактной струей воды нельзя тушить горящие нефтепродукты; вместе с тем последние довольно эффективно тушатся распыленной водой через стволы с распылителями.

*Система паротушения* состоит из трубопроводов с арматурой для подачи пара от главного или вспомогательного котла к грузовым трюмам, МКО, топливным цистернам и помещениям, в которых хра-

няться огнеопасные вещества. На нефтеналивных судах системой паротушения оборудуются все грузовые отсеки, насосные отделения и коффердамы. Недостатком системы является возможная порча груза и оборудования, а также малая эффективность при тушении пожара в незаполненных помещениях, где пар быстро конденсируется и недостаточно активно вытесняет воздух.

*Система пенотушения* действует по принципу двойной эжекции: сначала с водой, а затем полученного водного раствора с воздухом. Эта система предназначена для тушения легкогорючих жидкостей (бензина, керосина, нефти и т. п.). Система работает по принципу изоляции горящих предметов и веществ от кислорода атмосферного воздуха, используя для этой цели химическую и воздушно-механическую пену. Она является наиболее эффективным средством тушения пожара на судах. Пеной можно гасить все горящие материалы, за исключением электрооборудования под током, взрывчатых веществ и металлов. Малый удельный вес пены делает ее эффективной при тушении горящих жидкостей, на свободных уровнях которых она расстилается.

*Система углекислотного тушения* состоит из станции углекислотных баллонов с пусковыми клапанами, соединенными трубопроводом с постом, оборудованным распределительной коробкой с запорными клапанами, от которых в каждое грузовое помещение идут трубы. Углекислый газ, попадая в закрытый трюм, вытесняет воздух, и горение прекращается. Углекислотное тушение в основном применяется на нефтеналивных судах и характеризуется быстротой действия, высокой эффективностью. Этот способ успешно применяется при тушении легковоспламеняющихся жидкостей, волокнистых материалов и электрического оборудования, находящегося под током, не вызывает дополнительной коррозии металлов, а также порчи груза и оборудования. К недостаткам системы следует отнести большие массу и габаритные размеры баллонов. Хлопок и киноленты тушения углекислым газом не поддаются.

*Система жидкостного тушения* предусматривает использование огнегасительных легкоиспаряющихся жидкостей для объемного тушения пожаров. Эта система характеризуется высокой эффективностью тушения различных горящих материалов (включая нефтепродукты), простотой устройства и эксплуатации. Наибольшее распространение на судах получила система жидкостного тушения пожаров с бромэтиловой жидкостью (состав БФ-2). Состав БФ-2, как и другие огнегасительные жидкости, не портит материалы, оборудование и, являясь диэлектриком, может использоваться в помещениях с электрооборудованием под током.

Усвоение лицами судового экипажа персональных обязанностей по пожарному расписанию достигается проведением тренировок и учебных пожарных тревог. Учебные тревоги проводятся капитаном судна периодически в различное время суток с переменой мест возникновения пожара и без предварительного предупреждения. На пассажирских судах их проводят обычно во время межрейсовой стоянки при отсутствии пассажиров.

## § 60. Расписание по тревогам

Документом, определяющим подготовку и действия экипажа по борьбе за живучесть, является Наставление по борьбе за живучесть судов морского флота Союза ССР (НБЖС-82). В соответствии с его требованиями на судах создают постоянные аварийные партии (группы), число которых зависит от численности экипажа. На стоянке ежедневно комплектуют стояночную аварийную партию (группу), командиром которой является вахтенный помощник капитана. Кроме аварийных партий, на каждом судне создают санитарную группу во главе с судовым врачом, а на пассажирских судах еще и партию охраны порядка и безопасности во главе с пассажирским помощником капитана.

Основой организации борьбы за живучесть является Расписание по тревогам, в котором определены обязанности членов экипажа при аварии и место их сбора по тревогам. Существуют типовые формы Расписания, зависящие от числа аварийных партий.

Расписания по тревогам составляет старший помощник капитана, а утверждает их капитан судна. В приложении к НБЖС-82 даны типовые Расписания по тревогам, которые на судне могут уточняться и дополняться.

До выхода судна в первый рейс Расписание должно быть вывешено в нескольких местах судна; при изменениях в составе экипажа расписание его своевременно корректируют. Каждый член экипажа должен иметь выписку из Расписания (каютная карточка) с указанием в ней сигналов тревог, места сбора и обязанностей по тревогам; карточки прикрепляются обычно над койкой или на видном месте при выходе из каюты.

Порядок объявления судовых тревог следующий:

*Общесудовую тревогу* объявляет старший помощник капитана в аварийных случаях (пробоина, взрыв, пожар и др.) и в случае необходимости своевременной подготовки судна к отражению какой-либо опасности.

*Тревогу «Человек за бортом»* объявляет вахтенный помощник капитана при падении человека за борт или при обнаружении его за бортом.

*Шлюпочную тревогу* объявляют по указанию капитана в случае угрозы гибели судна.

*Учебные тревоги* объявляют только по указанию капитана с предварительным оповещением пассажиров по общесудовой трансляции.

По всем тревогам, кроме шлюпочной и «Человек за бортом», экипаж жилеты не надевает, но обязательно подносит их к месту сбора.

Для быстрой ориентации членов экипажа на судне, особенно по тревогам, в соответствии с требованиями НБЖС-82, производят нумерацию и маркировку отсеков, водонепроницаемых переборок, шпангоутов и др. (рис. 150). Отсеки нумеруют от носа к корме и снизу

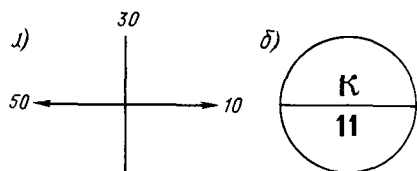


Рис 150 Обозначения на фальшборте  
а — водонепроницаемые переборки б — за-  
бортные отверстия

вверх; отсекам левого борта присваивают четные номера, правого — нечетные. На внутренней части фальшборта синей краской отмечают номера шпангоутов, кратные пяти, а также особо те из них, на которых установлены водонепроницаемые переборки.

**Первоочередные действия экипажа аварийного судна.** Причинами посадки судна на мель могут быть ошибки судовождения, потеря управляемости из-за неисправности главных двигателей или винторулевой группы, а также стихийные обстоятельства. Посадка на мель представляет серьезную угрозу для судна, груза и людей, находящихся на его борту. В то же время в отдельных случаях производится преднамеренная посадка аварийного судна на мель с целью предупреждения его затопления.

С обнаружением опасности посадки судна на мель необходимо без промедления выполнить следующие действия: объявить общесудовую тревогу; герметизировать судно; привести в готовность аварийное имущество судна, а также водоотливные, противопожарные и спасательные средства; зафиксировать в судовом журнале курс посадки и величину крена, а также возникшие последствия; определить координаты посадки; произвести промеры глубин вокруг судна через интервалы не более 10 м с привязкой к шпангоутам; определить характер грунта и район прилегания корпуса к грунту; осмотреть положение и состояние груза в трюмах; проверить состояние и возможность работы винтами и рулем. Только при слабой посадке на ровный грунт и полной уверенности в отсутствии препятствий под кормой можно допустить попытку самостоятельно сойти с мели в первые же минуты после посадки отработкой главным двигателем на задний ход. Такая попытка не должна быть затяжной, чтобы не ухудшить положение судна.

Следует произвести расчеты для оценки положения и состояния судна, т. е. определить: изменение средней осадки; потерю водоизмещения; вес воды, влившейся в корпус после посадки, силу давления судна на грунт; потребное тяговое усилие для снятия судна с мели.

Снятие судна с мели может производиться силами и средствами аварийного судна и с помощью других судов.

**Способы снятия судна с мели.** Для большей эффективности усилий по самостоятельной съемке с мели главным двигателям аварийного судна следует сразу давать самый полный ход назад на 5—10 мин, затем остановить их и через несколько минут снова дать самый пол-

ный ход назад. При работе двигателей рекомендуется «раскачивать» судно перекладкой руля с одного борта на другой. Если и после этого судно остается неподвижным, следует испытать другие меры. Можно попытаться также уменьшить давление корпуса на грунт откачкой воды или других жидких грузов и судовых запасов из танков, цистерн либо разгрузкой судна, его балластировкой, кренованием, дифферентованием. Дифферентование и кренование с целью уменьшения давления судна на грунт в простейшем варианте заключаются в перекачке балласта и жидкого груза из района соприкосновения судна с грунтом в более отдаленную оконечность судна или на противоположный борт.

Для получения дополнительных к главным машинам тяговых усилий можно завести в сторону наибольших глубин в направлении предполагаемого сдвига судна на расстояние 150—200 м от кормы один или два якоря (становые или стоп-анкеры) с присоединенными к ним надежными стальными тросами. Для увеличения держащей силы якорей их располагают на грунте один за другим (гуськом) относительно аварийного судна. Для увеличения тяги иногда используются 50-тонные шестিশкивные гини. Например, сила тяги лебедки в 120 кН с применением таких гиней обеспечивает тягу на якоря, близкую к 500 кН, что соответствует тяге, развиваемой судном с главной машиной мощностью 3675 кВт.

В общем случае судно снимают с мели с помощью других судов в направлении, обратном курсу посадки на мель. Предварительно уточняют данные о глубинах вокруг аварийного судна.

Капитан аварийного судна должен без промедления направить начальнику пароходства аварийное донесение о случившемся, в котором указываются причины, обстоятельства и время аварии; координаты, положение и состояние судна; гидрометеорологические условия; навигационная обстановка; величины потерянной осадки и водоизмещения; количество и характер груза по трюмам; наличие переменных запасов (топлива, воды) и балласта; предпринимаемые экипажем действия; планируемые аварийно-спасательные работы; возможность самостоятельной съёмки судна с мели и необходимость посторонней помощи. В последующих аварийных донесениях, посылаемых каждые 4 ч (если пароходством не установлены другие сроки), сообщаются: уточненные данные; выполненные работы; достигнутые полезные результаты и другие сведения, отражающие состояние судна и ход спасательной операции. При важных изменениях аварийной обстановки донесения направляются немедленно.

При необходимости производятся промеры со шлюпки, которая перемещается по временным створам, установленным на аварийном судне. Расстояние такой шлюпки от аварийного судна фиксируется линем, разбитым марками на 10-метровые участки. После составления надежного планшета глубин (рис. 151) к борту аварийного судна может быть подведено балластное судно с меньшей осадкой для организации выгрузки части груза. Если аварийное судно имеет значительный запас топлива, его также передают на один из спасателей.





и аварийное судно оказывается на значительном удалении от глубин, соответствующих его осадке. Снятие аварийного судна с мели в этом случае возможно только по искусственно созданному каналу. Такую работу выполняют работой своих винтов. Для этого спасатели с отданными якорями устанавливаются под углом  $20^\circ$  к каждому борту аварийного судна. Затем каждый из буксиров-спасателей, работая винтами на передний ход и одновременно подтягиваясь на буксирном тросе, проходит вдоль

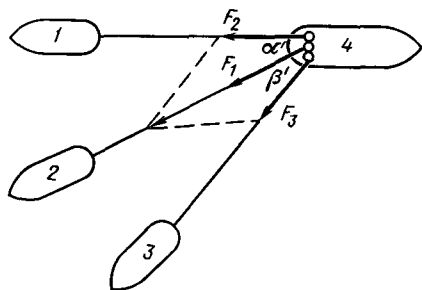


Рис. 152. Снятие с мели

обоих бортов аварийного судна с кормы до носа, прогоняя потоки грунта в этом направлении и создавая глубины, необходимые для всплытия. Такая операция иногда продлевается по несколько раз. Если имеется третий спасатель, тогда он удерживает аварийное судно от возможного движения в нежелательном направлении с помощью буксирного троса, проведенного на аварийное судно. После промыва грунта вдоль бортов целесообразно поставить спасатели под большим углом ( $45-60^\circ$ ) к аварийному судну и промыть грунт под его корпусом. Иногда для подхода к аварийному судну спасатель вынужден промывать канал для самого себя. В этом случае, встав на якорь и подав буксирный трос на аварийное судно, спасатель вначале промывает такой канал в грунте; по мере размывки этого канала производятся его промеры и обвеховывание. Закончив промывные работы, спасатели приступают к стягиванию судна с мели.

К снятию судна с помощью судоподъемных средств прибегают в тех случаях, когда скальные породы грунта входят внутрь аварийного судна через пробоины, а также при потере аварийным судном плавучести и остойчивости. Для обеспечения необходимой высоты подъема корпуса судна над скалистыми породами или для создания аварийному судну дополнительной плавучести и остойчивости применяют судоподъемные понтоны и специальные судоподъемные плавсредства.

## Глава 10. УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ МОРСКОГО СУДНА

### § 62. Управляемость судна

Важнейшими мореходными качествами судна является его устойчивость на курсе, поворотливость и управляемость. *Устойчивость* судна на курсе — это его способность удерживать заданное направление движения. *Поворотливость* — способность судна изменять направление своего движения под воздействием руля (средств управления) или под действием своих машин двигаться по траектории данной кривизны. Под *управляемостью* судна понимается его способность быть устойчивым на курсе при сохранении способности быть поворотливым. Изменение курса судна при руле, находящемся в его диаметральной плоскости, называют *рыскливостью*; свойство уклоняться с курса при боковых ветрах «под ветер» — *увальчивостью*. Рыскливость и увальчивость особенно опасны при плавании в узкостях.

На управляемость судна основное влияние оказывают работа руля и винтов, а также их число, расположение, длина и ширина судна, его крен и дифферент, узкости, мелководье, волна, ветер и ряд других факторов.

**Действие руля.** Главными из факторов, влияющих на поворотливость судна, являются размеры и общая форма поперечного сечения руля. Форма руля обуславливается устройством и формой обводов кормовой части судна, его осадкой и необходимой для обеспечения управляемости судна площадью руля. Относительная площадь руля — отношение площади руля к произведению длины судна на его осадку.

Если не принимать во внимание все другие факторы, то пока руль находится в диаметральной плоскости, судно должно двигаться прямолинейно, так как движущая сила винтов и сопротивление встречной воды взаимно уравновешены и другие силы, уклоняющие корму судна с курса, не возникают. Если руль вывести из ДП, например на угол  $\alpha$ , то он окажется подвергнутым разности давлений, соответствующей равнодействующей  $A$  (рис. 153). Первая составляющая такой силы  $A_x$ , лежащая в ДП, называется лобовым сопротивлением руля; она вызывает уменьшение скорости. Вторая составляющая  $A_y$  может быть названа разворачивающей. При увеличении угла перекадки  $\alpha$  обтекаемость руля водой ухудшается ввиду большего сопротивления площади руля потоку воды, что вызывает резкое ухудшение эффективности работы руля. В этой связи предельный угол перекадки руля на борт устанавливается обычно не более  $30\text{--}35^\circ$ . При отклоненном руле судно не поворачивается мгновенно (в одной точке), а описывает своим центром масс некоторую кривую линию, называемую *циркуляцией* (см. ниже). На заднем ходу судна (рис. 154) результирующая сила давления воды приложена к рулю

сзади; сила  $A_x$  вызывает падение скорости, а сила  $A_y$  уклоняет корму в сторону, в которую положен руль. Таким образом, на заднем ходу нос судна уклоняется в сторону, обратную той, в которую руль переключен. Опыт показывает, что большинство судов кренятся во внешнюю сторону поворота.

**Влияние работы винтов.** В настоящее время на транспортных судах в качестве движителей применяют в основном гребные винты правого или левого вращения. Винт правого вращения на переднем ходу вращается по часовой стрелке (если смотреть по направлению движения судна). Одновинтовое судно на переднем и заднем ходу при руле в прямом положении и при отсутствии других влияющих факторов все же не идет прямолинейно, а, как правило, уклоняется от курса в ту сторону, в какую вращается его винт. Когда винт работает, например, на передний ход, то он гонит воду назад, но не по прямой линии, а закручивает ее своими лопастями в вихревой спиральный поток (рис. 155). Поэтому даже при прямом положении руля происходит набрасывание на него воды: справа — в нижнюю часть пера руля, слева — в верхнюю его часть. Лопастей винта в положениях *I* и *III* (рис. 156) воду на руль не набрасывают; в положении *II* набрасывают воду справа, оказывая на него давление  $P_2$ , отклоняющее корму судна влево; в положение *IV* набрасывают воду слева, оказывая на руль давление  $P_4$ , отклоняющее корму вправо. Из-за гидростатического давления  $P_2 > P_4$ , вследствие чего корма судна непрерывно смещается влево, а само судно уклоняется от курса вправо.

При винте левого вращения судно в подобных условиях непрерывно уклоняется от курса влево.

Другой причиной отклонения судна от курса (при прямом положении руля) является так называемая сила реакции  $R$  (рис. 157). В положениях винта *I* и *III* действия силы реакции  $R_1$  и  $R_3$  противоположны, однако  $R_1 < R_3$  вследствие гидростатического давления. Такая разность влечет смещение кормы судна вправо и уклонение судна с курса влево (при винте правого вращения). Лопастей винта в положениях *II* и *IV* (см. рис. 157) не уклоняют судно от курса, вызывая лишь вибрацию кормы.

Кроме того, судно уклоняется от курса по причине действия силы попутного потока  $B$ , догоняющего судно; для винтов правого вращения свойственно уклонение судна с курса вправо.  $\perp$

Установлено, что  $R > P$ , но  $R < (P + B)$ . Поэтому совместное уклонение кормы судна влево суммой сил  $(P + B)$  преобладает над уклонением кормы вправо от силы реакции  $R$ . В результате совместного влияния всех трех сил судно уклоняется от курса вправо на

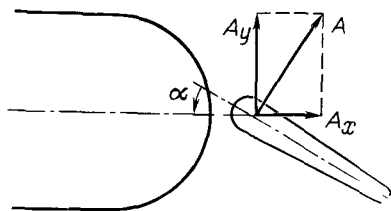


Рис 153 Действие руля на переднем ходу

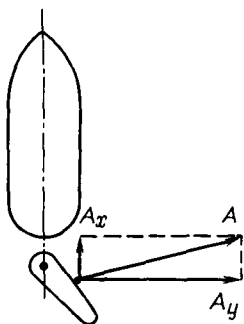


Рис 154 Действие руля на заднем ходу

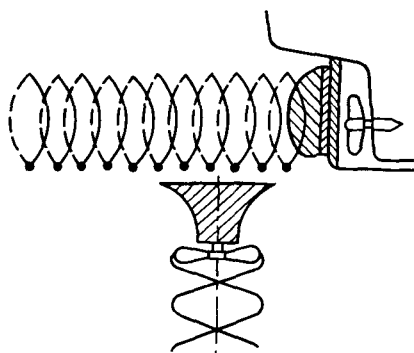


Рис 155 Винтовая отработка

переднем ходу при прямом положении руля и винте правого вращения.

В момент дачи переднего хода сила  $B$  отсутствует, сила  $P$  мала, а сила  $R$  велика. Поэтому в такой момент корма одновинтового судна резко уклоняется в сторону, одноименную с направлением вращения винта. По мере увеличения частоты вращения винта и увеличения скорости поступательного движения силы  $P$  и  $B$  возрастают, постепенно начиная преобладать над силой  $R$ ; на установившемся переднем ходу корма одновинтового судна с винтом правого вращения будет отклоняться влево. Таким образом, чтобы удерживать судно на курсе в момент дачи переднего хода, руль следует на короткий промежуток перебросить вправо (при винте правого вращения); тогда вода, отбрасываемая винтом назад, создаст силу винтовой отработки  $P_{в.о.}$ , которая парализует вредное действие силы реакции  $R$  (рис. 158).

Сила  $P_{в.о.}$  совпадает с давлением на переброшенный руль встречного потока воды; вместе они способствуют соответствующему уклонению кормы судна, преодолевая силу реакции  $R$ . Этот эффект очень часто используют при развороте одновинтового судна на ограничен-

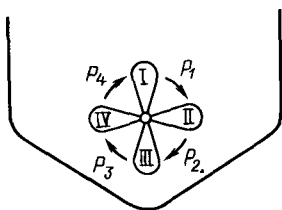


Рис 156 Сила струи «на бросывания»

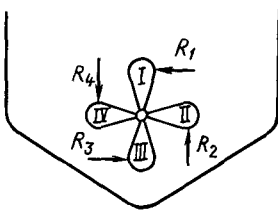


Рис 157 Сила реакции

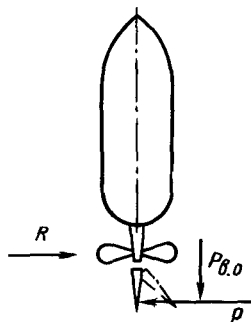


Рис 158 Сила винтовой отработки

ном водном пространстве (рис. 159); судно подводят к причалу носом, заводят и туго обтягивают носовой швартов, переключают руль на тот или иной борт (по надобности), после чего дают передний ход на короткий промежуток времени (толчок). Появившаяся в результате этого сила  $P_{в.о}$  забрасывает корму судна в соответствующую сторону. Одновинтовое судно (с винтом правого вращения) при прямом положении руля на заднем ходу не пойдет по прямой, а под совместным действием сил  $P$  и  $R$  его корма будет быстро уклоняться влево.

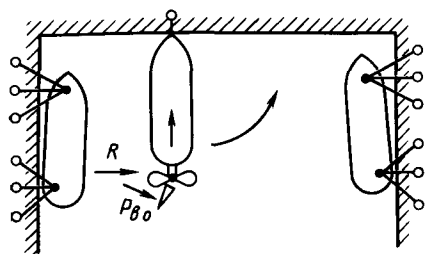


Рис 159 Швартовка судна в тесной гавани

Одновинтовое судно хуже слушается руля на заднем ходу, чем на переднем; при этом такое судно легче разворачивается кормой влево, чем вправо (при винте правого вращения).

**Маневренные элементы судна.** Важнейшими маневренными элементами судна являются: диаметры циркуляции при различных углах перекадки руля и режимах работы машины; время производства полной циркуляции и части ее в различных условиях; потеря скорости и величины угла крена на циркуляции, «мертвый промежуток времени» между моментом подачи команды рулевому и моментом начала поворота; время, необходимое для перекадки руля; время движения судна по инерции при остановке машин на разных скоростях; расстояния, проходимые судном по инерции; время, необходимое для полной остановки судна на разных скоростях, при работе машины полным задним ходом, и расстояния, проходимые при этом судном по инерции.

Инерционно-тормозные характеристики судна — один из важнейших факторов в его эксплуатации, указывающий на способность судна изменять скорость своего движения во времени при совместном воздействии сил упора винта, сопротивлению воды и инерции, а также путь, проходимый судном в процессе разгона и торможения. Способность судна гасить свою инерцию во многом зависит от загрузки судна, его дифферента, типа и мощности машины, гидрометеорологических факторов и ряда других причин. Особенно важной инерционной характеристикой является понятие о тормозном пути судна. Тормозные свойства — способность судна погасить инерцию своего движения при данной начальной скорости. Торможение судна происходит либо под влиянием только силы сопротивления воды (пассивное торможение), либо под совместным влиянием силы сопротивления воды и силы упора винта (винтов) при работе задним ходом (активное торможение). Путем торможения называется расстояние, которое пройдет судно, следующее полным ходом после подачи в машину сигнала «Стоп». Длина тормозного пути судна уменьшается с ростом мощности машины (при ее работе на задний ход) и уменьшением водоизмещения судна.

**Выбор места якорной стоянки.** При выборе такого места принимаются во внимание глубина, защищенность от ветра, размеры места якорной стоянки, наличие и характеристики приливо-отливных явлений (направление и скорость течений; колебания уровня), рельеф дна и характер грунта, близость навигационных опасностей и наличие навигационных ориентиров, состояние и прогноз погоды, а также характеристики самого судна и предполагаемая длительность стоянки на якоре.

Безопасность стоянки во многом определяется ее размерами  $R$ , глубиной  $H$ , а также характером грунта, от которого зависит держащая сила якоря:

$$R = \sqrt{l^2 - (H')^2} + L + \Delta R, \quad (125)$$

где  $l$  — необходимая длина якорного каната, м;

$H'$  — высота якорного клюза над грунтом, м;

$L$  — длина судна, м;

$\Delta R$  — дополнительный необходимый запас, м;

$$H = 1,2T + 0,7h_b, \quad (126)$$

где  $T$  — наибольшая осадка судна, м;

$h_b$  — вероятная высота волны, м.

Надежность стоянки судна на якоре во многом зависит от длины вытравленной якорной цепи, которая зависит от глубины якорного места, силы ветра, скорости течения, характера грунта и держащей силы самого якоря. Чем больше будет потравлено якорной цепи, тем ближе к горизонтальному положению будет направление тяги. При большом вытравливании якорной цепи образуется большой провес, что создает значительное трение ее о грунт, а в ветреную погоду предотвращает раскачивание якоря в грунте и увеличивает держащую силу якоря. Кроме того, из-за значительного провеса цепи амортизируются рывки.

Морская практика рекомендует иметь следующие нормы длины якорной цепи на клюзе при средних сравнительно благоприятных условиях погоды и грунта: при малых глубинах — 4 глубины якорного места, на средних — 3, на больших глубинах — 1,5—2 глубины якорного места. При худших условиях эти нормы являются недостаточными.

**Стоянка судна на якоре.** При стоянке судна на якоре капитан устанавливает его готовность к съемке. В пределах такой готовности на судне производят исправление повреждений, переборку механизмов и мелкий ремонт. Безопасность стоянки во многом зависит от бдительности несения вахтенной службы и наблюдения за состоянием окружающей обстановки. Так, например, в ветреную погоду вахтенная служба должна принять все необходимые меры по обеспечению безопасности стоянки судна: своевременно доложить об этом капитану; осмотреть якорное устройство (не слишком ли туго натянута якорная цепь и не испытывает ли она рывков); изготовить

брашпиль и потравить цепь до указанной нормы (в противном случае при наличии рывков якорь может поползти по грунту). Если есть опасение, что судно может дрейфовать в сторону берега при ветре с моря, следует отдать второй якорь. Во время штормовой погоды, если нет уверенности в якорях и якорном устройстве, необходимо подготовить машину; если обстановка потребует, то работой машины помогают якорям удерживать судно на месте. В крайнем случае снимаются с якоря и выбирают более безопасную якорную стоянку либо уходят в море для штормования. При длительных стоянках на якорю в штормовую погоду периодически потравливают либо подбирают некоторую якорную цепь для исключения перенапряжения ее звеньев в одних и тех же местах.

При волнении судно устанавливают лагом к волнению методом постановки судна «на шпринг»: вначале несколько подбирают якорь-цепь, затем с помощью скобы к ней крепят трос своим огоном. В то время как ходовой конец такого троса закрепляют на корме (рис. 160, а). Затем потравливают якорь-цепь настолько, чтобы установить судно под желаемым углом (рис. 160, б). Для облегчения съёмки с якоря в этом случае трос не крепят к якорной цепи своим огоном, а пропускают через соединительную скобу дуплинем.

**Съёмка судна с якоря.** По распоряжению капитана судна с помощью брашпиля начинают осторожно выбирать слабины якорь-цепи. По мере дальнейшей ее выборки судно начинает медленно подтягиваться к месту якоря. При сильном течении или ветре облегчают работу брашпиля, давая машине временно самый малый ход вперед. Момент отрыва якоря от грунта без труда устанавливается по ускорению оборотов работающего брашпиля: в этот момент натянутая втугую якорная цепь ослабевает, а иногда и раскручивается. Ход машине дают только в тот момент, когда убедятся, что якорь «чист»; последнее означает, что якорь вышел из воды и не запутался в своей цепи, не поднял с грунта чужую якорную цепь, кабели или какие-

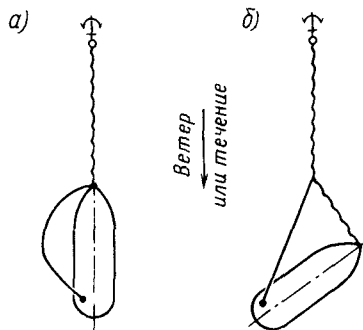


Рис. 160. Постановка судна на шпринг

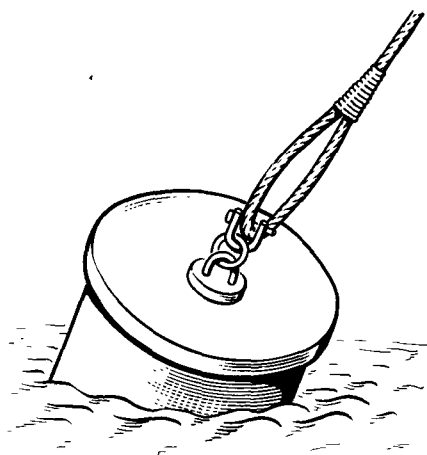


Рис. 161. Постановка на бочку

либо другие предметы. Одновременно с подъемом якоря производят обмывку якорной цепи.

Во время съёмки с якоря при значительном ветре или течении следует учитывать, что судно начинает дрейфовать еще до отрыва якоря от грунта.

**Постановка судна на бочку и съёмка с нее.** Стоянка судна на рейдовой бочке (бочках) имеет преимущество перед его стоянкой на якоре: масса «мертвого» якоря бочки значительно больше массы станового якоря судна; калибр бриделя (якорной цепи) бочки также больше такового у судовой якорь-цепи; радиус циркуляции судна вокруг якоря бочки несколько меньше такового вокруг собственного якоря; съёмка судна с бочки осуществляется проще и быстрее; бочки нередко оборудованы телефонной связью с берегом. Постановка на бочку требует, однако, проведения ряда подготовительных мероприятий и нередко спуска шлюпки для завоза и крепления швартова на бочку; чаще для такой цели используют портовые плавсредства. Судно крепят к бочке (рис. 161) с помощью троса и соединительной скобы; в случае сложных условий или длительной стоянки вместо троса используют судовую якорь-цепь, отделенную от якоря.

На ограниченных рейдах и в гаванях в целях исключения разворота судна вокруг бочки производят постановку на две бочки. В этом случае второй трос (либо якорь-цепь) подают на вторую бочку с кормы после того, как нос судна уже поставлен на носовую бочку.

## **§ 64. Швартовка судна**

**Постановка судна на швартовы бортом.** Поставить судно на швартовы — значит, установить его вплотную или почти вплотную к причальной линии пристани, пирсу, молу или другому судну и надежно закрепить его с помощью тросов или цепей. Швартовка судна — ответственный и трудный маневр, особенно потому, что он, как правило, производится в гавани в сравнительно стесненных условиях. Неточность оценки расстояния до причальной линии, неверный расчет по учету инерции судна, ошибка в учете силы и направления ветра, несвоевременная отработка машины, задержка в отдаче якоря или подаче и закреплении швартовного конца — любой из подобных просчетов может привести к навалу судна на причал или на близстоящее судно. При каждой швартовке вообще, а тем более в расчете на длительную стоянку капитан судна приказывает выбрать швартовные средства исходя из условий швартовки, ориентируясь, однако, на самую худшую обстановку.

Современному судну, оснащённому мощным брашпилем и швартовными лебедками, нет необходимости подходить к пирсу: достаточно подвести судно параллельно причальной линии на расстояние 10—15 м от места швартовки, затем подтянуть его к назначенному месту и отшвартовать.

Если во время подхода к причалу судно все же имеет поступательное движение, то первое касание наиболее безопасно выполнять



скулой, одновременно придав небольшое вращательное движение носовой части в сторону от причала.

В случае действия свежего отжимного ветра судно подводят к причалу почти под прямым углом с отдачей якоря; затем с помощью якоря задерживают движение судна вперед, работой машины и рулем разворачивают его параллельно причалу, подают швартовы, поджимают к стенке и крепят в таком положении. Иногда при швартовке якорь и несколько смычек якорной цепи укладывают на грунт, чтобы впоследствии облегчить маневры судна во время отхода его от причала.

При швартовке судна бортом, как правило, с носа и кормы подают с помощью бросательных концов не менее чем по три швартова, каждый из которых имеет свое назначение и название — продольный, прижимной и шпринг.

При швартовке судна на длительный срок или в свежую погоду, а также на течении (в особенности на реках) для обеспечения надежности стоянки и возможности последующего самостоятельного отхода от причала на швартовы становятся с предварительной отдачей якоря (или двух якорей). В этом случае (рис. 162) судно проходит вдоль причала несколько вперед и отдает якорь правого борта (положение *I*). После этого дают задний ход, и, не задерживая якорной цепи при отходе назад, руль переключают таким образом, чтобы корма на циркуляции отходила от причала, а носовая часть судна подходила к нему. Как только диаметральной плоскостью судна расположится к линии причала под острым углом (положение *II*), дают ход вперед и подводят судно ближе к причалу для подачи носовых швартовов (положение *III*). После подачи носовых швартовов, погашения инерции судна и прикрепления носа судна к берегу вновь дают передний ход на короткое время, положив руль на внешний борт; в результате такого маневра корма будет прижиматься к причальной линии, давая возможность подать кормовые швартовы (положение *IV*). После этого все швартовы — кормовые и носовые — должны быть обтянуты и закреплены на кнехтах; в местах касания швартовов с бетонной облицовкой причала подкладывают маты или деревянные брусья. В случае надобности заводят также дополнительные швартовы в соответствии с указаниями капитана. По окончании работы со швартовками на причал подается трап, и маневр считается законченным.

В стесненных условиях судно подходит к причалу носом (рис. 163), подает носовой швартов и с его помощью подтягивается вплотную к стенке. Затем с носа быстро

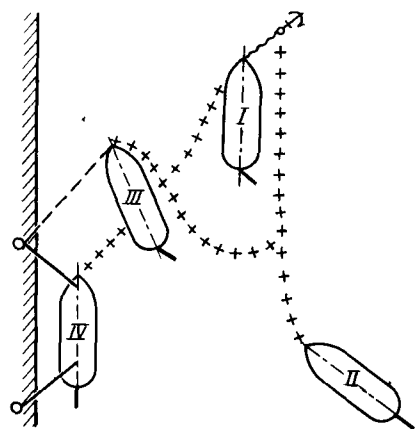


Рис 162 Швартовка судна бортом с отдачей якоря

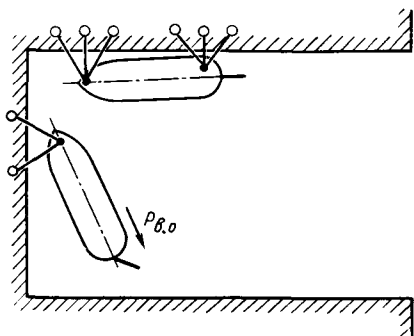


Рис. 163. Швартовка судна бортом в стесненных условиях

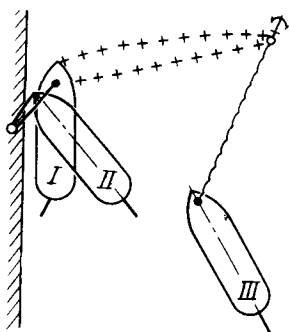


Рис. 164. Отшвартовка судна

подают и крепят на борту и на берегу второй швартов в положении носового шпринга, машине дают малый ход вперед при руле, положенном на борт, противоположный тому, которым швартуются. Под действием силы винтовой отработки и сдерживающим упором шпринга корма судна будет подходить к линии причала при практическом отсутствии продвижения самого судна вперед. Возможна швартовка также и при работе машиной назад, когда форштевень судна (с бульбой) удерживается у причала носовым продольным концом. При этом корма будет уклоняться в ту же сторону, в которую вращается гребной винт, руль же следует положить в сторону уклонения кормы.

**Швартовка судна кормой к причалу.** Такой вид швартовки предполагает предварительную отдачу судовых якорей таким образом, чтобы они удерживали в стационарном положении нос судна; разнос якорных цепей должен составлять угол, не превышающий 30—60°; оба якоря должны быть отданы по возможности на одной линии, параллельной линии причала (первым, как правило, отдается наветренный, а затем подветренный якорь).

Под действием отжимного ветра или ветра, дующего вдоль линии причала, швартовка кормой без помощи буксиров или подруливающего устройства невозможна.

**Отшвартовка.** При стоянке судна на швартовах бортом к причалу с отданным якорем съёмка его с швартовов облегчается. Вначале отдают все швартовы, кроме носового шпринга, предварительно дав слаbinу якорной цепи (положение I). Затем машине дают самый малый ход вперед при руле, положенном на тот борт, которым судно отшвартовано (рис. 164). Такой маневр приводит к тому, что корма судна отходит от причала (положение II). Отведя корму судна от причала, отдают носовой шпринг, дают машине ход назад и отводят от причала, регулируя положение судна с помощью руля и подборки якорной цепи (положение III).

При стоянке судна на швартовах кормой к причалу отшвартовку начинают согласованным потравливанием кормовых концов (часто

для этого оставляют только два боковых из них) и подбором якорных цепей. Отойдя от причальной линии на достаточное расстояние, все кормовые швартовы отдают и выбирают на палубу, давая возможность работать машине (винту). Далее, потравливая якорь-цепь наветренного якоря, полностью выбирают подветренный якорь, и судно выходит на один наветренный якорь, давая возможность маневрировать точно так же, как это делают при съёмке с якоря.

Для обеспечения швартующихся судов на внутрипортовых буксирных кантовочных операциях (БКО) обычно работают буксирные суда повышенной маневренности. БКО осуществляют несколькими способами:

*буксировка «на гаке»*, когда тяговое усилие передается посредством буксирного троса. Этот способ простой, но требует свободной акватории;

*буксировка «на битинг»*, когда с носа буксира-кантовщика на судно подают два троса и крепят их на кнехтах, расположенных на носу и на корме буксируемого судна. При таком положении кантовщик может толкать судно носом в его борт или тянуть на себя, работая задним ходом. Более того, встав вдоль борта судна, кантовщик может вести его вперед или назад, не меняя мест крепления буксирных тросов. Этот способ удобен для маневрирования в стесненной акватории, так как не требует разворота кантовщика в случае необходимости изменить направление тяги;

*буксировка «на упор»* выполняется путем крепления носа кантовщика к борту судна одним тросом. Далее кантовщик располагается под углом к борту судна, близким к прямому, и может толкать или тянуть судно, не меняя своего положения.

**Швартовые операции в море.** Эксплуатационные контакты судов в открытом море возникают при необходимости передачи топлива, воды, грузов, людей, а также при оказании помощи в аварийных ситуациях. Способ швартовки выбирают в зависимости от конкретных условий совместным решением капитанов принимающего и швартующегося судов; в случае расхождения мнений решающим является мнение капитана швартующегося судна. Швартовка судов друг к другу в дрейфе или на ходу более безопасна, нежели швартовка к судну на якорь, когда рыскание принимающего судна чревато навалами с тяжелыми последствиями.

Капитан принимающего судна оказывает швартующемуся судну необходимую помощь всеми средствами (включая маневрирование своим судном), обеспечивая безопасность операции для обоих судов.

## **§ 65. Морская буксировка [терминология и классификация]**

*Буксировкой* называют передвижение судов или плавучих сооружений с использованием силовой установки других судов. *Буксирующими судами* называют суда, судовая энергетическая установка которых используется для передвижения каких-либо других плавсредств. *Буксируемыми судами*, или *плавсредствами*, называют та-

кие, которые для своего передвижения используют энергетические установки других судов. Почти все самоходные суда могут быть буксируемыми. Специально же построенные для такой цели суда называются *буксирами*. *Буксирная линия* (часто называется просто *буксир*) представляет собой эластичную связь (трос, трос-цепь), служащую для передачи тяговых усилий от буксирующего судна к буксируемым объектам. *Буксирным караваном* называют буксирующие суда и буксируемые объекты, осуществляющие совместное взаимосвязанное движение. *Буксирным составом* называется самоходная часть каравана.

По своему назначению морские буксировки подразделяются на транспортные, вспомогательные, экспедиционные (или специальные) и аварийные.

*Транспортные буксирные перевозки* осуществляют с целью доставки грузов морем. В этом случае буксирный караван состоит из самоходных судов — носителей тяги, которыми, как правило, бывают буксиры (или толкачи), и самоходных объектов — носителей груза (баржи, лихтеры, понтоны и т. п.).

В отличие от речных транспортных перевозок объем транспортных морских буксирных перевозок составляет незначительный процент от количества груза, перевозимого самоходными судами.

*Вспомогательные буксировки* осуществляют буксирами. Они подразделяются на рейдовые, портовые грузовые и кантовочные. Рейдовыми буксировками обеспечиваются перевозки грузов и пассажиров между берегом и судном, стоящим на рейде. Портовые грузовые буксировки применяются при погрузке-выгрузке стоящего у причала судна на два борта, а также при доставке судам различных видов снабжения: воды, топлива, продовольствия и др. Кантовочные буксировки обеспечивают швартовку и перестановку судов в стесненных акваториях порта.

*Экспедиционные или специальные буксировки* осуществляют с целью перемещения различных плавучих объектов, сооружений (докков, плавкранов, земснарядов и др.). Такие буксировки выполняют различными судами во всех морских и океанских районах.

*Аварийные буксировки* вызваны необходимостью оказания помощи аварийным судам,севшим на мель, потерявшим управление или способностью самостоятельного движения.

Если караван состоит из одного буксирующего и одного буксируемого судов, буксировку называют *простой*; если в состав каравана входит более двух судов (плавсредств), — *сложной*. Если буксировка осуществляется между портами различных бассейнов или включает в себя океанский переход, то ее называют *океанской*, или *морской дальней*; если она осуществляется между портами одного бассейна, — *морской ближней*.

Различают также следующие виды буксировок: *смешанную* — включающую морскую и речную участки перехода; *рейдовую* — между судами, стоящими на рейде, и портом; *портовую* — ограниченную акваторией порта; *речную* — ограниченную рекой, без выхода в море; *канальную* — при проводке судна в пределах канала.

По типу буксируемых объектов различают буксировку несамостоятельного тоннажа (барж, лихтеров, понтонов и др.), самостоятельных судов, плавающих сооружений и объектов, плотов и сигар.

Буксировки в зависимости от условий плавания и назначения производят на длинном и коротком буксирах, в плотную, лагом, методом толкания, работой буксиров «на укол».

## § 66. Буксирные работы

Буксирные суда характеризуются наличием специального буксирного устройства и оборудования, мощными относительно их водоизмещения судовыми энергетическими установками. Современные буксирные суда в большинстве своем проектируют и строят либо для работы преимущественно в море (океане), либо для эксплуатации в ограниченных, защищенных от ветра и волнения акваториях — отсюда и различные требования, предъявляемые к их мореходным качествам.

Буксирные суда должны обладать повышенной остойчивостью, так как, помимо общих для всех судов причин, приводящих в ряде случаев к потере поперечной остойчивости, буксирные суда могут быть опрокинуты под воздействием тяги буксирного троса, направленной под углом к диаметральной плоскости, что иногда бывает при несогласованном маневрировании судов в буксирном караване. В то время как буксиры-кантовщики и небольшие буксиры общего назначения и внутреннего плавания должны обеспечиваться возможно большей метацентрической высотой и углом заливания, океанские и морские буксиры должны иметь умеренную начальную остойчивость, которая не вызывала бы резкой бортовой качки, затрудняющей их работу в море. С этой же целью на таких буксирах, как правило, устанавливают скуловые кили, снижающие амплитуду бортовой качки на 25—40%.

Управляемость объединяет два противоположных по своей природе качества судна — устойчивость на курсе и поворотливость. Для океанских и морских линейных буксиров прежде всего необходима устойчивость на курсе, в то время как для портовых буксиров — высокая поворотливость. Как известно, поворотливость судов характеризуется относительным диаметром циркуляции (выраженным в длинах судна). У линейных буксиров он составляет 3—4 длины судна, у портовых же буксиров — всего 1,5—2 длины. Поворотливость буксира в значительной степени зависит от точки приложения буксирного троса относительно миделя и величины его натяжения. Чем ближе будет точка приложения буксирного троса к миделю, тем лучше будет управляемость буксира и хуже устойчивость на курсе. Для буксиров большое значение имеет управляемость на заднем ходу. Одновинтовые буксиры с рулем и особенно те, у которых винт работает в неподвижной насадке, на заднем ходу практически неуправляемы, поэтому портовые буксиры и тем более кантовщики строят, как правило, двухвинтовыми. Применение же движительно-рулевых ко-

лонок, в особенности крыльчатых движителей, на портовых буксирах обеспечивает высокую маневренность. Буксиры с крыльчатыми движителями — «водные тракторы» — имеют возможность передвигаться практически в любом направлении даже лагом.

*Океанские буксиры* предназначены для выполнения дальних океанских буксировок без ограничения по району плавания и погоде. Они обладают высокими мореходными качествами, имеют большой запас топлива и автономность плавания до 25 сут при дальности плавания до 12 тыс. миль и более; мощность главных установок превышает 2940 кВт при скорости до 17 уз. Эти буксиры в случае необходимости можно использовать для выполнения спасательных работ. С этой целью на них установлено спасательное оборудование, состоящее из противопожарных, водоотливных и ремонтных средств.

*Океанские буксиры-спасатели* предназначены для оказания помощи крупным судам, терпящим бедствие в море (океане). Выполняемые ими спасательные операции включают: поиск судов, терпящих бедствие; размыв подходов к аварийным судам и снятие их с мели или рифов; тушение пожара; откачку воды из затопленных отсеков; производство ремонтно-аварийных работ (заделка пробоин, выполнение водолазных, сварочных и резательных работ); буксировку и сопровождение аварийных судов к порту-убежищу; снабжение аварийных судов в море.

*Морские линейные буксиры* предназначены для транспортных буксировок, для буксировок различных судов, плавучих сооружений, плотов, плотов-сигар. Хотя они и имеют общее назначение, однако различаются по своим размерам и мощности. Эти буксиры обладают мореходными качествами, позволяющими им осуществлять буксировки морем в зависимости от установленной для них зоны ограничения. Они характеризуются хорошей устойчивостью на курсе и всхожестью на волну.

*Морские многоцелевые буксиры* — современные морские суда, которые, помимо транспортных линейных буксировок, пригодны также для работы в морских портах по обслуживанию крупных судов. В связи с тем что такие буксиры обычно оборудованы мощными противопожарными средствами, они также выполняют спасательные работы. Мореходные качества этих судов должны удовлетворять району и условиям плавания. Длина этих буксиров 29—45 м, мощность двигателя от 1102,5 до 2205 кВт, скорость свободного хода 12—14 уз, тяга на гаке от 180 до 300 кН, автономность плавания 15 сут. Многоцелевые буксиры нередко имеют грузовой трюм и развешенное грузовое устройство.

*Рейдовые буксиры* выполняют буксировочные работы с удалением от порта-убежища от 20 до 50 миль. Мощность двигателя таких судов до 4410 кВт, длина 13—21 м, тяга на гаке 20—50 кН, скорость свободного хода до 10 уз. Мореходные качества соответствуют району плавания. Для обслуживания крупных судов, в частности танкеров, в последнее время успешно используют рейдовые буксиры-кантовщики с высоко расположенной рулевой рубкой, что необходимо

для свободного обзора из нее при обслуживании высокобортных судов. Мощность их главных двигателей составляет 1102,5—1837,5 кВт, тяга на гаке достигает 300 кН, скорость свободного хода 13 уз.

*Портовые буксиры транспортно-маневренного назначения* характеризуются малыми размерами корпуса (длина 13—20 м), относительно небольшой мощностью главных установок (до 367,5 кВт) и минимальной высотой надводного борта. Работа этих буксиров в стесненных условиях портовых акваторий требует от них высоких маневренных качеств, которые достигаются за счет малого отношения их длины к ширине (от 2,7 до 3,5 м). Ограничение плавания защищенной от ветра и волнения акваторией порта позволяет значительно сократить и упростить на этих буксирах судовые устройства, в том числе и буксирное, так как буксировки в этих условиях производят на коротком тросе, подаваемом с буксируемого судна. На большинстве портовых буксиров отсутствует шлюпочное устройство.

*Буксиры-кантовики* характеризуются высокой маневренностью, которая достигается не только малым отношением длины к ширине судна, но и наличием на большинстве из них двухвальной гребной установки или крыльчатых движителей.

Морские транспортные буксировки в СССР подразделяются на чисто морские и смешанные (река — море — река), например буксировка лихтеров с лесом из портов Белого моря через Беломорско-Балтийский канал в Балтийское море. В Дальневосточном бассейне перевозки грузов между мелкими портами и портпунктами в прибрежных районах осуществляются на несамоходных судах. В том же бассейне успешно осуществляют буксировки плотов-сигар из советских портов в японские. В последние годы все большее распространение получает другой прогрессивный метод буксировки — буксировка толканием (толкач — баржа). Сущность этого способа заключается в том, что буксир-толкач, расположенный сразу же за кормой буксируемого судна (рис. 165), прочно с ним скрепляется и под действием упора своего винта обеспечивает совместное передвижение. При таком методе буксировки скорость движения каравана (воза) увеличивается на 10—15%, что в основном объясняется уменьшением сопротивления корпуса толкача, следующего в попутном потоке буксируемого судна, уменьшением вихревого сопротивления баржи, отсутствием сопротивления буксирного троса, а также уменьшением рыскливости судов в караване. Метод толкания практически полностью

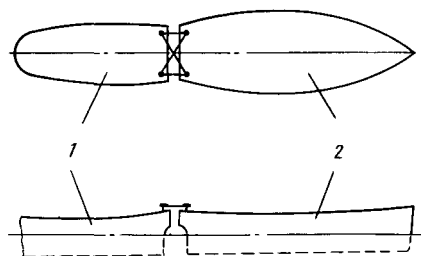


Рис. 165. Буксировка толканием:

1 — толкающее судно (толкач), 2 — толкаемый состав (судно)

вытеснил буксировки за кормой на реках и водохранилищах. Более медленно этот метод буксировки несамоходных барж внедряется на море из-за отсутствовавшего долгое время надежного способа стыковки толкача и баржи в условиях морского волнения. В настоящее время разработаны и получили свое практическое внедрение несколько надежных видов стыковки, позволяющих осуществлять буксировки методом толкания на морских и океанских переходах.

Буксирные работы в порту, выполняемые портовыми буксирами, могут быть самыми разнообразными: ввод в порт, швартовка, отшвартовка и вывод крупных судов из порта; перестановка судов с одного места стоянки на другое; кантовка с разворачиванием у причалов; разворачивание судов на бочке при уничтожении девиации и определении величины остаточной девиации магнитных компасов; внутривпортовые переводы и перестановки плавучих доков, кранов, земснарядов, понтонов, кессонов и др.; внутривпортовые буксировки барж, лихтеров; ввод в доки и вывод из них различных судов; обслуживание землесосных караванов и других судов путем доставки к их борту барж с различными видами снабжения и отвода шаланд, мусорных и фекальных барж; подвод барж к борту транспортных судов и отвод их к причалам при производстве разгрузочных работ на два борта.

Руководство буксирными работами в порту осуществляется, как правило, с буксируемого судна, с которым буксиры поддерживают постоянную визуальную, звуковую и радиосвязь.

Подготовка к буксировке аварийного судна предусматривает: удифференцирование судна для лучшей управляемости; максимальное уменьшение крена; подготовку к действию всех видов водоотливных средств, навигационных огней и источников их питания; проработку навигационной, гидрометеорологической обстановки на переходе и разработку наиболее безопасного маршрута движения, планирование возможных пунктов убежища; отработку аварийного расписания по обеспечению живучести судна на всем переходе силами экипажа; приведение всех спасательных средств в состояние немедленной готовности.

Наиболее простым и надежным способом буксировки аварийного судна является буксировка его за отцепленную от якоря якорную цепь. Для этого якорь с якорем-цепью поднимается на палубу и отсоединяется от нее. Затем свободный конец якорь-цепи с помощью якорной либо такелажной скобы соединяется с буксирным тросом, поданным с буксировщика. Такой способ не требует сложных работ по изготовлению дополнительной браги; якорь-цепь менее всего подвержена перетиранию; вытравливание ее для удлинения буксирной линии и утяжеления (увеличения провеса) не представляет трудностей. Если способ почему-либо неприменим, тогда на буксируемом судне можно изготовить цепные «усы» либо тросовую брагу\*, заво-

---

\* Брага представляет собой стальной трос (более прочный, чем буксирный), который обносится за комингсы люков, надстройки или вокруг всего корпуса судна



димые за носовые конструкции судна, на надежные носовые кнехты. Пропустив ветви «усов» браги через швартовные клюзы, соединяют их с буксирным тросом с помощью такелажных скоб.

На корме судна-буксировщика буксирный трос крепится на буксирные кнехты — битенги. При креплении буксирного троса на швартовных кнехтах нагрузку следует распределять на несколько пар кнехтов, расположенных на одной прямой линии с кормовым клюзом, через который пропускается буксирный трос. Если на корме буксировщика надежные кнехты отсутствуют, тогда необходимо изготовить тросовую брагу и завести ее за кормовые конструкции судна (комингсы люков, кормовые надстройки и др.).

Поскольку транспортные суда снабжаются стальными буксирными тросами длиной до 250 м, то для буксировки аварийного судна приходится соединять в одну линию два троса — судна буксировщика и буксируемого судна.

Буксировка транспортным судном аварийного транспортного судна, помимо общих правил морской буксировки, имеет ряд дополнительных особенностей. Так, зачастую оба судна имеют близкую друг к другу массу, что при ограниченной длине буксирной линии и невозможности оперативно изменить ее длину, особенно в штормовых условиях, может привести к большим динамическим нагрузкам на буксирный трос. Поэтому необходимо своевременно снижать тяговые усилия буксировщика, уменьшать скорость движения, изменять курс относительно направления ветра, бега волны. Нельзя допускать рисковости буксируемого судна, что достигается работой рулем, необходимым удифферентованием, избеганием резких поворотов.

## Глава 11. ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ НА МОРСКОМ СУДНЕ

### § 67. Устав службы на судах Министерства морского флота Союза ССР

Современное судно — сложное инженерное сооружение, снабженное различными совершенными машинами, устройствами и приборами. Обслуживающий судно экипаж должен хорошо знать порученную ему технику, уметь правильно ее использовать и содержать в надлежащем техническом состоянии. Обязанности каждого члена экипажа регламентированы Уставом службы на судах Министерства морского флота Союза ССР. Не только члены экипажа, но и все другие лица, временно пребывающие на борту судна для выполнения служебных обязанностей в рамках Минморфлота СССР, находятся под полной юрисдикцией Устава. Ниже описаны те из положений Устава, знание которых необходимо работникам эксплуатационного аппарата пароходств и портов для их ориентации в служебных отношениях с командным составом и эксплуатационной службой морского судна.

Наставление по организации штурманской службы на судах Министерства морского флота Союза ССР (НШС-82) представляет собой развитие положений Устава службы на судах и других нормативных документов в части организации штурманской службы и обобщения опыта по обеспечению безаварийного плавания судов. В Наставлении представлено описание структуры и функций руководящих и контролирующих безопасность мореплавания органов; штурманских обязанностей командного состава судна; подготовки штурманской части к рейсу; штурманская работа в рейсе; плавание судна при особых обстоятельствах. В приложениях к НШС-82 дан ряд исключительно важных документов:

- обязательная штурманская документация на судах Минморфлота СССР;

- перечень таблиц и схем, вывешиваемых в штурманской и рулевой рубках;

- характеристики точности определения места судна и измерения навигационных параметров;

- сигналы для связи между судами;

- образец акта на прием-сдачу судовых технических средств судовождения;

- основные условные сокращения и обозначения, применяемые в судовождении;

- примеры навигационных записей в судовом журнале;

- рекомендации по составлению информации капитану о маневренных элементах судна.

*Государственный флаг Союза ССР* поднимается на судне после получения им Свидетельства на право плавание под флагом Союза ССР. Подъем такого флага производится при стоянке судна в порту

на кормовом флагштоке, а на ходу — на гафеле бизань-мачты, указывая на принадлежность судна СССР.

*Судовой журнал* является одним из важнейших судовых документов, общепризнанным в международной практике и имеющим значение юридического характера. Это официальный документ, в хронологической последовательности отражающий непрерывную деятельность судна во всех ее проявлениях, а также объективные условия и обстоятельства, сопровождающие такую деятельность. Журнал ведется в соответствии со специальными Правилами, утвержденными особым приказом министра морского флота Союза ССР. Практика ведения судовых журналов общепринята во всех государствах. Журнал ведет вахтенный помощник капитана под ответственностью капитана, который ежедневно проверяет записи в журнале и удостоверяет их своей подписью, делая при необходимости свои замечания.

Все записи в журнале должны быть непрерывными, не допускающими возможности записей в оставшиеся свободные строчки; записи в журнале не должны иметь каких-либо исправлений или подчисток. Всякий случай должен быть изложен в сжатой форме, не допускающей каких-либо сомнений или неправильного толкования.

При расследовании обстоятельств аварий существенное значение имеют также машинный и радиотелеграфный журнал. Поэтому необходимо следить, чтобы записи во всех трех журналах по времени и существу были согласованы и правильно отражали описываемый случай со всех сторон.

## **§ 68. Экипаж судна. Вахта**

**Службы.** Экипаж судна состоит из капитана, других лиц командного состава и судовой команды. К командному составу относятся: капитан, помощники капитана, механики и электромеханики, начальник радиостанции, электрорадионавигатор, судовой врач (фельдшер), радиотехник, радиооператор, боцман, директор ресторана и администратор пассажирской службы. Капитан, старший помощник капитана, первый помощник капитана и старший механик являются старшим командным составом судна. К судовой команде относятся все остальные члены экипажа.

Все члены экипажа в зависимости от выполняемых функций разделяются по службам:

*служба эксплуатации* обеспечивает безопасное судовождение, а также выполнение всех функций, связанных с производственной деятельностью судна, и возглавляется старшим помощником капитана;

*служба технической эксплуатации* (единая техническая служба) обеспечивает техническую эксплуатацию судовых технических средств и корпуса судна, возглавляется старшим механиком;

*служба быта* обеспечивает обслуживание экипажа судна и возглавляется помощником капитана по хозяйственной части, а в его отсутствие — старшим помощником капитана;

*пассажирская служба* обеспечивает обслуживание пассажиров и возглавляется пассажирским помощником капитана;

*радиотехническая служба* обеспечивает радиосвязь и работу радиотехнических, радионавигационных средств и возглавляется начальником судовой радиостанции;

*медико-санитарная служба* обеспечивает охрану здоровья экипажа, медицинской помощи пассажирам и возглавляется судовым врачом;

*учебная служба* на учебных и учебно-производственных судах обеспечивает организацию учебного процесса и плавательной практики курсантов и студентов учебных заведений и возглавляется помощником капитана по учебной части.

Все члены экипажа обязаны выполнять объявленные капитаном аварийные и авральные работы. К аварийным работам по усмотрению капитана могут привлекаться все лица, находящиеся на борту. Для одного типа и серии судов составляют типовое штатное расписание, которое включает в себя перечень должностей, число штатных единиц по каждой из должностей, должностные оклады, нормы инвалюты.

**Служебные обязанности.** Капитан является руководителем судового экипажа, доверенным лицом государства, отвечающим за сохранность судна, жизнь находящихся на нем людей и перевозимый груз. Капитан осуществляет управление судном на основе единоначалия и подчиняется непосредственно начальнику парокходства. В случае опасности для судна и находящихся на нем людей и груза, а также в других необходимых случаях капитан вправе созывать судовой совет. Судовой совет не ограничивает прав капитана; окончательное решение принимает капитан.

Капитан вправе изолировать в особом помещении лицо, действия которого, не содержащие признаков уголовно наказуемого деяния, угрожают безопасности судна или находящихся на нем людей и имущества; в таком помещении указанное лицо может содержаться вплоть до прихода судна в первый порт СССР.

О каждом случае рождения ребенка или смерти на судне капитан должен составлять акт при участии двух свидетелей и судового врача (фельдшера), а также сделать запись в судовом журнале. Капитан обязан удостоверить составленное находящимся на судне лицом завешание, принять его на хранение и хранить до передачи начальнику порта СССР или консулу СССР в иностранном порту.

Капитан обязан требовать от своих помощников определения места судна всеми доступными способами и средствами, обеспечивающими наибольшую точность, осуществляя контроль за качеством и своевременностью этих определений. Никто без разрешения капитана не имеет права изменить назначенный им курс, за исключением вахтенного помощника в условиях опасности, грозящей судну, людям и грузу, который немедленно докладывает о своих действиях капитану.

При плавании в узкостях, в районах интенсивного судоходства, при заходах в порт и выходах из него, швартовках, а также при

плавании в сложных ледовых условиях капитан должен находиться на мостике, лично управлять судном. Присутствие на судне лоцмана не снимает с капитана ответственности за управление судном во время лоцманской проводки. В случае неправильных действий лоцмана капитан может отстранить его от проводки судна и в дальнейшем осуществлять ее самостоятельно или потребовать замены лоцмана.

При оказании помощи терпящему бедствие судну капитан обязан принять все меры для спасения людей; меры к спасению груза и другого имущества капитан может принять лишь с согласия капитана судна, терпящего бедствие, который должен подписать договор о спасении.

Если, по мнению капитана, судну грозит неминуемая гибель, он обязан принять все меры к спасению находящихся на судне лиц. После принятия всех мер к спасению пассажиров, капитан дает приказание судовому экипажу оставить судно. Капитан оставляет судно последним, приняв все возможные меры к спасению всех судовых документов и ценностей.

В случае гибели судна, куда бы его экипаж ни был доставлен, капитан сохраняет полностью свои права и обязанности в отношении спасенных лиц.

В случае болезни капитан временно передает командование судном старшему помощнику, о чем немедленно докладывает судовладельцу, а в иностранном порту — также консулу СССР. В судовой журнал записывается дата и время передачи командования и место нахождения судна.

*Первый помощник капитана* подчиняется капитану и непосредственно отвечает за политико-моральное состояние судового экипажа. Его указания в пределах своих полномочий обязательны для всех членов экипажа. Первый помощник капитана несет ответственность за комплектование судовой библиотеки, своевременное обеспечение экипажа периодической печатью, культпросветинвентарем, кинофильмами. Совместно с капитаном и старшим механиком он комплектует экипаж судна, принимает участие в аттестации членов экипажа, добивается создания постоянного и сплоченного коллектива.

Во всей своей деятельности первый помощник капитана руководствуется решениями партийных и государственных органов.

*Старший помощник капитана* непосредственно подчиняется капитану и является его первым заместителем, ответственным за организацию службы и поддержание дисциплины на судне. Старший помощник капитана является начальником службы эксплуатации и руководит работой всех помощников капитана, а также службами быта и медико-санитарной службой. Распоряжения старшего помощника капитана, касающиеся выполнения членами экипажа общих своих обязанностей по распорядку дня, дисциплине на судне, по авральным работам, тревогам, подготовке судна к приходу и отходу, по поддержанию судна в должном санитарном состоянии, выполне-

нию приказов и распоряжений капитана, формы одежды и др., являющиеся обязательными для каждого члена экипажа.

Старший помощник руководит составлением карго-плана. Он отвечает за правильное техническое использование корпуса, палуб, надстроек, судовых помещений, люковых закрытий, общесудовых систем, рангоута, буксирного устройства, спасательных средств, противопожарного, аварийно-спасательного оборудования, трапов.

Перед началом грузовых операций и во время них старший помощник капитана обеспечивает подготовку погрузочных устройств к работе, а палуб, трюмов и других грузовых помещений — к приему груза. Он лично руководит подготовкой судна к перевозке опасных и навалочных грузов и обеспечивает выполнение правил их перевозки; он же руководит погрузкой, креплением и выгрузкой тяжеловесных и длинномерных грузов, размещением и креплением палубного груза. На специализированных судах (трейлеровозах, контейнеровозах, баржевозах и др.) на старшего помощника капитана может быть полностью возложено руководство погрузочно-разгрузочными работами.

Во время плавания старший помощник капитана контролирует и обеспечивает надлежащее крепление палубных устройств и грузов; ведение наблюдения за водонепроницаемостью корпуса и принятие надлежащих мер к ее обеспечению; руководит подготовкой судна к штормовому плаванию и к борьбе с обледенением.

Старший помощник капитана несет ходовую вахту с 4 до 8 ч и с 16 до 20 ч; на судах, где более трех помощников капитана, старший помощник капитана стояночных вахт не несет и несет только одну ходовую вахту в сутки с 4 до 8 ч.

*Второй помощник капитана* ведает приемом и сдачей груза, багажа и почты, обеспечивает правильность их приемки сепарирования, укладки, крепления, перевозки, выгрузки и сдачи и отвечает за оформление документов на груз, почту и багаж, составляет грузовой план и после согласования со старшим помощником капитана представляет его на утверждение капитану судна. Второй помощник обеспечивает выполнение правил пожаробезопасности и техники безопасности при грузовых работах и перевозке груза, вентиляцию грузовых помещений и поддержание температурного режима в них, правильное использование грузовых устройств, внутритрюмной механизации, электроосветительных средств. Он также следит за правильным открытием и закрытием трюмов, танков и других грузовых помещений, за сохранностью пломб на них. Он ведет грузовую документацию, выдает расписки о приеме груза (штурманские расписки), оформляет таймшиты, ведет грузовую книгу, составляет извещение о готовности судна к грузовым операциям (нотис) и грузовой отчет. Во время погрузочно-разгрузочных работ в подчинении второго помощника капитана находятся лица судового экипажа, назначенные для счета груза и работы в трюмах, которых он инструктирует об условиях приема, укладки и сдачи груза.

Второй помощник несет ходовые вахты с 0 до 4 ч и с 12 до 16 ч, а также стояночные вахты. Во всей своей работе он подчиняется непосредственно старшему помощнику капитана.

*Третий помощник капитана* ведает морскими картами, руководствами и пособиями для плавания, штурманскими приборами и инструментами, средствами визуального наблюдения, пиротехникой, всеми средствами визуальной и звуковой сигнализации. Он ведет судовую службу времени, следит за своевременным производством девиационных работ. На него возложена ответственность за поддержание чистоты и порядка на мостике, в штурманской и рулевой рубках. На судах, где штатным расписанием не предусмотрены должности помощника капитана по хозяйственной части и бухгалтера, третий помощник капитана ведет кассовую книгу, составляет кассовые отчеты, ведет расчет по зарплате. При отсутствии в штате судна четвертого помощника капитана его обязанности согласно Уставу возлагаются на третьего помощника капитана.

Третий помощник капитана несет ходовые вахты с 8 до 12 и с 20 до 24 ч, а также стояночные вахты. Во всей своей работе он подчиняется непосредственно старшему помощнику капитана.

*Четвертый помощник капитана* ведает судовой канцелярией и при отсутствии в штате судна электрорадионавигатора — электронavigационными приборами. Он несет ходовую вахту с 16 до 20 ч под наблюдением старшего помощника капитана, которому он также непосредственно подчиняется во всей своей работе.

**Служба технической эксплуатации.** *Старший механик* является заместителем капитана по технической эксплуатации судна, несет ответственность за техническое состояние корпуса и технических средств судна. Он является начальником службы технической эксплуатации, ведает планированием и выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту. Указания и распоряжения старшего механика по вопросам технической эксплуатации судна обязательны для всех членов экипажа.

*Второй механик* отвечает за работу главных и аварийных двигателей; балластных, водоотливных и масляных систем; судовых технических средств пожаротушения, противопожарного и аварийно-спасательного оборудования механической установки; средств автоматизации, контрольно-измерительных приборов и других технических средств своего заведования. Он несет ходовые вахты с 0 до 4 ч и с 12 до 16 ч, а также стояночные вахты.

*Третий механик* отвечает за работу котельных установок, воздушных компрессоров, моторов судовых спасательных средств, топливных хранилищ, средств автоматизации и контрольно-измерительных приборов. Он несет ходовые вахты с 4 до 8 ч и с 16 до 20 ч, а также стояночные вахты.

*Четвертый механик* отвечает за работу судовых систем, механической части палубных механизмов; ведает водоконтролем и водообработкой. Он несет ходовые вахты с 8 до 12 ч и с 20 до 24 ч, а также стояночные вахты.

*Старший электромеханик* отвечает за работу судовой электростанции, ее сетей, распределительных устройств, электрической части всех электроприводных механизмов и устройств, телефонной связи, систем сигнализации. В его подчинении могут находиться судовые электромеханики, электрики.

*Боцман* обеспечивает техническое обслуживание корпуса, палуб, надстроек, грузовых и судовых помещений, балластных танков и танков пресной воды, рангоута, такелажа, трапов и кранцевой защиты судна. Он же обеспечивает работу рулевого, грузового, якорного, швартовного и буксирного устройства с их техническими средствами; спасательных средств, противопожарного, аварийно-спасательного оборудования, имущества и инвентаря и других технических средств своего заведования.

Боцман подчиняется старшему механику; при подготовке судна к рейсу и при плавании в сложных условиях, а также при выполнении работ, связанных с обеспечением сохранной перевозки грузов и судового имущества, боцман поступает в распоряжение старшего помощника капитана. К несению вахт боцман привлекается по указанию капитана.

В непосредственном подчинении боцману находятся подшкипер, старший матрос (плотник), матросы всех классов и специальностей.

**Вахта.** На всех судах, находящихся в эксплуатации, должна быть установлена круглосуточная вахтенная служба, обеспечивающая управление судном, его безопасность, живучесть, производственную деятельность и контроль за посещением судна посторонними лицами. Ответственность за организацию вахтенной службы возлагается на капитана, а непосредственное руководство организацией вахтенной службы — на старшего помощника капитана и старшего механика. Ответственность за надлежащее несение вахты возлагается на лиц, несущих вахту.

Судовые вахты разделяются на ходовые и стояночные. Продолжительность одной ходовой вахты, как правило, не должна превышать 4 ч. Продолжительность стояночной вахты устанавливается капитаном в зависимости от обстановки. Вахтенная смена должна являться к месту несения вахты заблаговременно с тем, чтобы до вступления на вахту ознакомиться с условиями плавания и режимом работы технических средств. Лица командного состава должны являться на вахту не позднее, чем за 10 мин до начала вахты. Вахтенный должен быть в установленной для данной вахты форме одежды.

Вахтенный помощник капитана непосредственно подчиняется капитану, а в его отсутствие на борту — старшему помощнику капитана. Вахтенный помощник капитана является старшим по всей вахтенной службе судна; он отвечает за надлежащее несение на судне вахтенной службы и обеспечение безопасности судна, людей, груза и другого имущества на борту, а также за предотвращение загрязнения морской среды. Распоряжение вахтенного помощника капитана в пределах его полномочий является обязательным для каждого члена экипажа и других лиц, находящихся на судне.



Вахтенный помощник, несмотря на присутствие капитана на мостике, несет персональную ответственность за обеспечение безопасности плавания до тех пор, пока капитан не примет управление судном лично на себя.

Вахтенный механик является начальником всей вахтенной службы механической установки; он подчиняется непосредственно вахтенному помощнику капитана.

## § 69 Сигнализация и связь

**Средства судовой связи и сигнализации.** Все морские суда оборудованы средствами внутренней и внешней связи и сигнализации. Сигнальную службу на судне несут вахтенные помощник капитана, механик, судовой радиооператор и матрос.

К *средствам внутрисудовой связи и сигнализации* относят: переговорные трубы, телеграфы, колокола громкого боя, мегафоны, трансляционную сеть, командирские свистки, телефоны автоматической телефонной станции (АТС) и прямой связи.

*Средства внешней сигнализации и связи* обеспечивают двустороннюю связь судна с берегом и другими судами; они подразделяются на зрительные, звуковые и радиотехнические.

*Зрительные средства связи и сигнализации* подразделяют на предметные (сигнальные флаги, фигуры, семафор), световые (прожекторы, сигнальные фонари направленного и ненаправленного действия), пиротехнические (ракеты, фальшфейеры, дымовые шашки и др.).

*Звуковые средства сигнализации и связи* — судовой свисток, колокол, гонг, сирена, тифон и др.

*Радиотехнические средства связи и сигнализации* — судовая радиотелеграфная и радиотелефонная станции, судовая радиотрансляция.

**Международный свод сигналов (МСС).** Предназначен для осуществления связи в обстановке, вызванной необходимостью обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море в тех случаях, когда возникают языковые трудности общения. Сигналопроизводство с помощью МСС осуществляется всеми способами связи в кодированном виде, а также в передачах открытым текстом, т. е. словами (буквами) в некодированном виде.

Каждой букве присвоено вполне определенное смысловое значение, позволяющее передавать очень срочные, важные или часто употребляющиеся сообщения с помощью однобуквенных сигналов по МСС.

Двухбуквенные сигналы МСС составляют общий его раздел, а трехбуквенные — медицинский раздел. Эти сигналы могут передаваться флагами, светом и звуком (по азбуке Морзе), голосом через мегафон или любое другое усилительное устройство, средствами радиотелеграфа, радиотелефона, а также сигнальными флажками (или руками).

**Внешняя радиосвязь.** Минимум обязательного радиооборудования для каждого судна в зависимости от района плавания и назначения его определяется Правилами Союза ССР по радиооборудованию. На судовой радиостанции должен быть обязательный минимум служебной документации, определяемый Правилами радиосвязи Минморфлота. Время и продолжительность несения радиовахты на судне зависят от его назначения и тоннажа, а также от района плавания. Несение вахты и весь радиообмен регистрируют в вахтенном журнале радиостанции, который капитан судна ежедневно должен проверять и подписывать.

В морской радиосвязи имеются сигналы особой важности — тревоги, бедствия, срочности и безопасности.

В последние годы все более широкое распространение на морских судах получил радиотелефонный вид связи для служебных и бытовых переговоров. Радиотелефон на базе средне- и коротковолновой радиоаппаратуры предназначен для обеспечения такого вида связи на больших расстояниях. Более устойчивую и четкую радиотелефонную связь на малых расстояниях обеспечивает аппаратура на УКВ. Широкое внедрение такого вида связи вызвало необходимость стандартизации фразеологии, применяемой в мореплавании для связи на море на подходах к портам, в фарватерах и акваториях портов, при переговорах между расходящимися судами и т. п. Подобная информация по этому вопросу дана в Международном стандартном морском навигационном словаре-разговорнике (см. ниже).

**Судовая трансляция.** Используется в жилых и служебных помещениях судна, а также выведена на верхнюю палубу. Кроме своего прямого назначения как средства внутренней связи и сигнализации, судовую радиотрансляцию нередко используют и для внешней связи и сигнализации на коротких расстояниях (в пределах слышимости судовых палубных громкоговорителей). Ее широко используют для передачи по судну служебных оповещений, распоряжений, сигналов тревог. Кроме этого, судовая трансляционная сеть используется также для культурно-просветительных целей: передачи программ радиовещания, музыки, тематических передач, судовой радиогазеты.

**Международный стандартный морской навигационный словарь-разговорник.** Современное мореплавание с его всевозрастающей интенсивностью ставит перед связью, ее организацией и обеспечением новые, все более сложные проблемы. Так, например, сегодня уже немыслима работа морского флота без надежной и своевременной связи судна с берегом и (или) с другими судами, находящимися в непосредственной близости друг от друга, и, что более важно, зависящими друг от друга при выполнении каждым своей задачи. Для связи по вопросам обеспечения безопасности мореплавания и оказания помощи на море между судами различной национальности, а также между судами и берегом, когда отсутствует общий язык, и в случаях возникновения языковых трудностей делаются попытки создания стандартного навигационного морского словаря-разговорника. В качестве проекта такого документа, который должен пройти практическую проверку на судах и в береговых организациях до

окончательного своего утверждения и официального внедрения, в настоящее время подготовлен и принят Комитетом ИМО (Международная морская организация ООН) по безопасности на море Стандартный морской навигационный словарь-разговорник. Широкое применение такого документа в практике работы судоводителей и эксплуатационников позволит избежать часто встречающихся языковых трудностей при общении, что особенно важно для обеспечения безопасности мореплавания.

## § 70. Органы надзора и контроля

**Всесоюзное объединение «Мореплавание».** Обеспечение безопасности мореплавания в СССР является делом государственной важности. Организация государственного надзора за торговым мореплаванием в СССР в соответствии с КТМ возложена на Минморфлот СССР; органом такого надзора является Всесоюзное объединение (В/О) «Мореплавание» Минморфлота СССР.

Структурная схема надзора и контроля за навигационно-гидрографическим и общим обеспечением безопасности мореплавания в СССР показана на рис. 166, а ее разъяснение приведено ниже.

В/О «Мореплавание» Минморфлота СССР осуществляет государственный надзор за торговым мореплаванием в СССР. Оно контролирует деятельность пароходств, портов и других организаций Минморфлота СССР по обеспечению безаварийной работы морского флота. Систематический контроль за строгим соблюдением на морском транспорте всех законов, правил, положений и инструкций, направ-

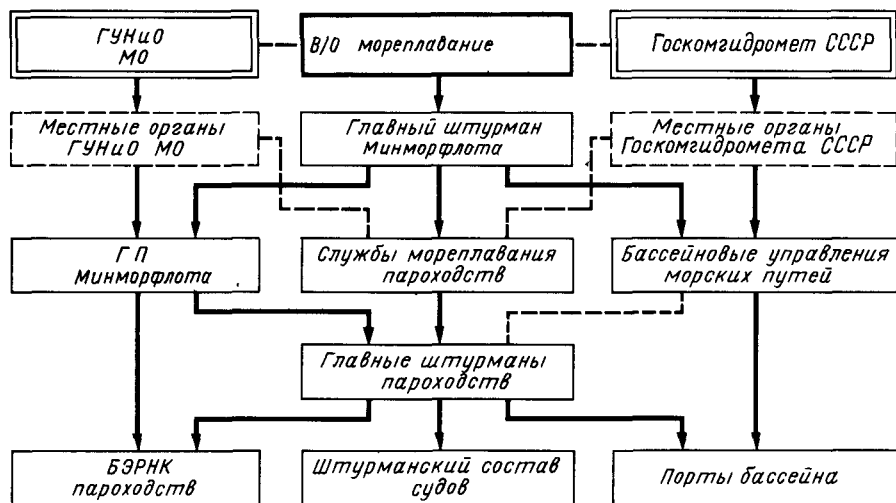


Рис 166 Структурная схема органов надзора и контроля за безопасностью мореплавания

ленных на обеспечение безопасности мореплавания, руководство деятельностью служб мореплавания парокходств, работой капитанов морских портов, общий надзор за состоянием спасательной службы, расследования аварийных случаев, их статистика, квалифицированный анализ, разработка мероприятий по предотвращению аварийности на флоте, контроль за выполнением таких мероприятий, разработка нормативных документов, правил, положений, конвенций и соглашений, касающихся безопасности мореплавания, — вот далеко не полный перечень функций В/О «Мореплавание».

Основные периферийные органы В/О «Мореплавание» — службы мореплавания парокходств (СМП), главная задача которых — обеспечение безаварийной работы судов парокходств, контроль за исполнением в парокходствах и в подчиненных им организациях действующих законов, правил и положений, направленных на повышение безопасности мореплавания.

Кроме того, в непосредственном подчинении В/О «Мореплавание» находится Гидрографическое предприятие Минморфлота СССР (ГП), которое представляет интересы ведомства по вопросам навигационно-гидрографического обеспечения советского торгового мореплавания во всех организациях и ведомствах, а также на различных конференциях, съездах, межведомственных и международных совещаниях. ГП Минморфлота СССР устанавливает и обобщает потребности всех парокходств и других организаций ведомства в навигационных картах и пособиях по всему Мировому океану, разрабатывает задания на гидрографические исследования и развитие сетей СНО для нужд морского флота в морях СССР, участвует в составлении заданий на разработку новых технических средств судовождения, наблюдает за разработкой и изготовлением таких средств, осуществляет испытания готовых образцов на гидрографических судах. ГП оказывает помощь парокходствам в совершенствовании и внедрении на судах новых методов судовождения с использованием последних достижений науки и техники.

Бассейновые управления морских путей Минморфлота также подлежат инспектированию со стороны В/О «Мореплавание» по вопросам обеспечения безопасности мореплавания и предупреждения аварийности на флоте. Как уже было отмечено ранее, В/О «Мореплавание» координирует свою работу непосредственно с ГУНиО МО и Госкомгидрометом СССР, а также с их местными органами на бассейнах через службы мореплавания парокходств.

В/О «Мореплавание» Минморфлота СССР возглавляет его Председатель, указания которого по вопросам обеспечения безопасности мореплавания и предупреждения аварийности на флоте являются обязательными для всех подразделений Минморфлота, включая его главные управления. В прямом непосредственном подчинении Председателя В/О «Мореплавание» находится Главный штурман Минморфлота.

Главный штурман осуществляет общее руководство организацией штурманской службы в системе Минморфлота. Ему предоставлено право инспектировать морские парокходства, порты, ГП Минмор-

флота, бассейновые управления морских путей и все суда по вопросам обеспечения безопасности мореплавания, предупреждения аварийности на флоте и организации штурманской службы. Контроль за состоянием штурманской подготовки обучающихся в высших и средних учебных заведениях, на курсах повышения квалификации Минморфлота также возложен на Главного штурмана В/О «Мореплавание». Главный штурман определяет необходимость создания новых дополнительных наставлений, положений и инструкций по организации штурманской службы на судах Минморфлота СССР и подготавливает задания на их разработку.

**Служба мореплавания пароходства.** Служба мореплавания пароходства (СМП) возглавляется заместителем начальника пароходства по мореплаванию, который по вопросам обеспечения безопасности мореплавания и судовождения подчиняется Председателю В/О «Мореплавание» Минморфлота СССР. Он имеет право давать любые указания по вопросам своей компетенции всем службам и отделам пароходства, а также всем другим подчиненным пароходству организациям; может отменить распоряжения работников пароходства или подчиненных ему организаций, если они создают опасность возникновения аварии, противоречат действующим документам, направленным на обеспечение безопасности мореплавания; дает непосредственно капитанам судов распоряжения, касающиеся обеспечения безопасности мореплавания и оказания помощи судам, терпящим бедствие; представляет к назначению на должность и к освобождению от нее работников СМП и штурманский состав судов, включая капитана.

СМП является основным производственным звеном, организующим и контролирующим практическое выполнение в подчиненных пароходству организациях всех действующих законов, правил и положений, направленных на повышение безопасности мореплавания. Через подчиненную ей БЭРНК служба мореплавания пароходства обеспечивает суда картами и руководствами для плавания, инструментами, приборами и другим штурманским имуществом; осуществляет проверку знаний судоводительского состава, изучение его деловых качеств, обеспечивает правильную рабстановку судоводительских кадров на судах пароходства; осуществляет контроль за правильной организацией штурманской службы на судах и отработку на них мероприятий по борьбе за живучесть; ведет расследование и учет аварийных случаев, разрабатывает и осуществляет мероприятия по борьбе с аварийностью; дает консультации капитанам судов, службам и отделам по вопросам навигационного характера.

В непосредственном подчинении заместителю начальника пароходства по мореплаванию находится Главный штурман пароходства и штат капитанов-наставников, через которых СМП осуществляет выполнение своих основных функций.

*Главный штурман пароходства* осуществляет общее руководство штурманской службой на судах пароходства; обеспечивает внедрение новых технических средств и методов судовождения; контролирует работу БЭРНК и навигационных тренажеров; организует все виды

навигационной информации в паромстве, сбор сведений об изменении навигационной обстановки и др. Он имеет право делать прокол — отметку в контрольных талонах к дипломам и квалификационным свидетельствам лиц командного состава судов Минморфлота СССР.

*Капитан-наставник* организует мероприятия, направленные на предупреждение аварий на флоте; проводит предрейсовый инструктаж капитана, дает ему рекомендации по обеспечению безопасного плавания; систематически выходит в рейсы для оказания помощи непосредственно на судах; участвует в инспекторских осмотрах судов, в разборе аварийных случаев. Как и главный штурман паромства, он имеет право делать прокол.

БЭРНК находится в непосредственном подчинении СМП; она обеспечивает бесперебойную и исправную работу навигационных приборов, аппаратуры радиосвязи и электрорадионавигации, судовых автоматических телефонных станций, командно-вещательных радиоузлов и вещательной радиоаппаратуры; осуществляет ремонт и эксплуатационную наладку перечисленных приборов и устройств на всех судах Минморфлота; снабжает все суда морскими картами и руководствами для плавания, а также необходимыми инструментами и приборами.

*Капитан морского порта* осуществляет государственный надзор за торговым мореплаванием в СССР на основе особого положения, утвержденного приказом министра морского флота. Капитан порта возглавляет Инспекцию портового надзора. Распоряжения капитана порта по вопросам надзора и обеспечения безопасности мореплавания обязательны для всех предприятий, организаций и отдельных лиц независимо от их ведомственной принадлежности и подчиненности. В части вопросов, касающихся надзора за безопасностью мореплавания, капитан порта подчиняется только Председателю В/О «Мореплавание».

Инспекция портового надзора обеспечивает стоящие в порту суда навигационной и гидрометеорологической информацией, устанавливает пригодность судна к выходу в море в соответствии с регламентированными специальной инструкцией правилами.

Непосредственное практическое осуществление всех мероприятий по обеспечению безопасности мореплавания ложится на экипаж морского судна при подготовке им судна к выходу в море и во время плавания.

Подготовка судна к выходу в море состоит в приведении его в такое состояние, которое обеспечивает безопасность плавания, сохранность грузов, культурно-бытовые условия для пассажиров и экипажа, нормальные условия для его работы. Судно должно быть укомплектовано экипажем, обеспечивающим безопасное плавание, т. е. как минимум должна быть обеспечена двухсменная вахта во всех службах. При подготовке судна к плаванию подготавливают судовые роли на экипаж и пассажирские списки, судовые и грузовые документы, навигационное оборудование, средства связи и сигнализации, судовые машины и механизмы, рулевое, якорное, грузо-

вое устройства, спасательные и противопожарные средства, обеспечивают запасы топлива, воды, продовольствия.

Большое внимание уделяется производственным и культурно-бытовым условиям жизни и работы экипажа на судне, особенно на судах дальнего плавания. Тщательной проверке подлежат также все запасы снабжения, продовольствия, воды, топлива. Еще до окончания предыдущего рейса начальствующий состав судна под руководством старшего помощника капитана и старшего механика устанавливает предполагаемые остатки материалов, воды и составляет требование на все виды судового снабжения исходя из продолжительности предстоящего рейса и предполагаемого объема и характера судовых работ. По приходе в морской порт такие требования вручаются агенту или соответствующим службам пароходства.

После окончания грузовых операций боцман под руководством старшего помощника капитана осматривает все палубы судна от носа до кормы, проверяет надежность крепления палубного груза, закрытие грузовых люков и помещений, воздушных и замерных труб, вентиляционных труб, световых и прочих люков, наличие брезентовых и других видов чехлов и т. д. По окончании такой проверки, но не позднее, чем за 15—20 мин до отхода, боцман под руководством старшего помощника капитана начинает подготовку судна к швартовным операциям. Окончательный доклад капитану о подготовке судна к выходу в море производят старший механик и старший помощник капитана.

## **§ 71. Международные морские организации по морскому судоходству**

Идея создания международной организации по вопросам морского судоходства была выдвинута еще в конце прошлого века. В международном плане вопрос о создании такой организации обсуждался на конференциях в Вашингтоне в 1889 г. и в Петрограде в 1912 г.

После второй мировой войны проблемой учреждения постоянного межправительственного органа для координации усилий государств в области судоходства стала заниматься ООН. Конвенция об ИМКО — Межправительственной морской консультативной организации — вступила в силу 17 марта 1958 г. 14 ноября 1975 г. Ассамблея ИМКО одобрила поправку к Конвенции об ИМКО относительно измененного названия Организации, а именно: — *Международная морская организация*» (ИМО).

Цели ИМО определены ст. 1 Конвенции. Организация обеспечивает механизм сотрудничества в области правительственного регулирования и мероприятий, относящихся ко всякого рода техническим вопросам, затрагивающим международное морское судоходство, с тем чтобы мировая торговля могла без дискриминации пользоваться услугами судоходства; обеспечивает обсуждение Организацией вопросов, касающихся несправедливых ограничений со стороны судоходных компаний; обеспечивает рассмотрение Организацией любых

вопросов, касающихся судоходства, которые могут быть переданы ей любым органом или специализированным учреждением ООН; осуществляет обмен информацией между правительствами по вопросам, находящимся на ее рассмотрении.

*Международная палата судоходства (МПС)* учреждена в 1921 г., выражает и защищает интересы судовладельцев, лоцманов различных стран на национальном и международном уровнях и стимулирует развитие торгового судоходства. МПС — крупнейшее объединение судовладельцев тех стран, чей флот работает на основе свободного предпринимательства. В нее входят судовладельцы всех пяти континентов. Доминирующее положение в МПС занимают английские судовладельцы. МПС — неправительственная организация, однако ее правовой статус определяется законодательством Великобритании.

Палата призвана действовать в международном масштабе в интересах своих членов: организовывать обмен мнениями и формировать политику посредством обращения к правительствам стран судоходных компаний, представленных в Палате; сотрудничать с другими техническими, промышленными или коммерческими организациями по проблемам, представляющим взаимный интерес как для ее членов, так и для этих организаций; принимать участие в работе других международных организаций в той степени, в какой это может быть необходимым для решения стоящих перед Палатой задач.

Интересы предприятий, занятых в судоходстве, обусловили объединение усилий судовладельцев с целью более эффективного проведения своей политики на международной арене. Одной из таких судоходных организаций является *Международная ассоциация судовладельцев (ИНСА)*, соглашение о создании которой вступило в силу 27 июня 1970 г. Целью Ассоциации является содействие развитию сотрудничества членов Ассоциации и обеспечение их интересов в международном морском судоходстве по проблемам техническим, эксплуатационным, юридическим, документации и другим общеэкономическим проблемам. Членами-учредителями Ассоциации являются: Пароходство Болгарский морской флот (НРБ); Венгерское судоходное акционерное общество МАХАРТ (ВНР); ФЕБ Дойче Зеередерай (ГДР); ФЕБ Дойчфрахт Интернационале Бефрахтунг энд Редерай (ГДР); Польские линии Океаничне (ПНР); Польска Жеглючка Морска (ПНР); Черноморское морское пароходство (СССР); Балтийское морское пароходство (СССР); Ческословенска наморни плавба (ЧССР); Удружение поморского бродарства Югославне (СФРЮ).

*Международный морской комитет (ММК)* создан в 1897 г. и имеет целью содействовать унификации морского права и практики. С этой целью ММК способствует созданию национальных ассоциаций морского права. Членами ММК являются примерно 40 стран из числа обладающих значительным морским флотом; среди них СССР, Англия, Франция, США, Япония, ФРГ и др.

В 1905 г. IX международный конгресс утвердил статус *Постоянной международной ассоциации конгрессов по судоходству* —



(ПМАКС), которая является международной технической организацией (неполитической и некоммерческой). Ее цель — содействие развитию морского и речного судоходства путем поощрения прогресса в проектировании, строительстве, модернизации, содержании и эксплуатации речных и морских путей (рек, эстуариев, каналов, подходов к портам), речных и морских портов и прибрежных районов.

В ноябре 1955 г. на Второй Международной конференции портов и гаваней в г. Лос-Анжелесе была создана *Международная ассоциация портов и гаваней (МАСПОГ)* с целью увеличения эффективности портов и гаваней путем сбора, обработки и распространения информации, полезной для администрации портов и гаваней, а также посредством предоставления возможности для их объединения. Все это предпринято для развития знаний в области организации портов, управления ими, эксплуатации и развития.

*Международная ассоциация маячных служб (МАМС)* — неправительственная международная организация, объединяющая службы и организации, ответственные за установку и эксплуатацию маяков и других береговых и плавучих средств навигационного оборудования. Официально МАМС была учреждена 1 июля 1957 г. Основные цели Ассоциации: обсуждение вопросов, представляющих общий интерес для Ассоциации, особенно в технических областях; сбор и распространение информации о деятельности маячных служб, а также поощрение, поддержка и информация о последних достижениях в области СНО; сотрудничество со странами-организаторами конференций по маякам и другим СНО; содействие службам или организациям, требующим помощи в решении их проблем в области СНО; поддержание связи с межправительственными международными организациями, связанными с безопасностью мореплавания, гидрографией, океанографией, метеорологией, авиацией и связью; издание периодического бюллетеня, словаря и документов, представляющих общий интерес, и сбор статистических данных о СНО.

В 1948 г. в г. Белграде была принята Конвенция о режиме судоходства на Дунае, вступившая в силу 11 мая 1949 г. Для управления судоходством и осуществления наблюдения за выполнением постановлений Конвенции в соответствии с ее ст. 5 была учреждена *Дунайская комиссия (ДК)*. В компетенцию ДК входит: составление общего плана основных работ в интересах судоходства на базе предложений и проектов придунайских государств и специальных речных администраций, а также составление общей сметы расходов, относящихся к этим работам; производство работ для обеспечения нормального судоходства; консультации и рекомендации придунайским государствам, касающиеся выполнения работ в интересах судоходства; консультации и рекомендации специальным речным администрациям и обмен с ними информацией; установление единой навигационной системы путевой обстановки на всем судоходном течении Дуная, а также с учетом специфических условий отдельных участков, основных положений о плавании по Дунаю, включая основные положения лоцманской службы; унификация правил речного надзора; координация гидрометеорологической службы на Дунае, издание

единого гидрологического бюллетеня и гидрологических прогнозов (краткосрочных и долгосрочных) для Дуная; статистика судоходства на Дунае по вопросам, входящим в компетенцию Комиссии; издание справочников, лоций, навигационных карт и атласов для нужд судоходства; составление и утверждение бюджета Комиссии, а также установление и взимание сборов для покрытия расходов по производству специальных работ.

*Международная Ассоциация морских лоцманов (ИМПА)* создана на конференции представителей лоцманов Западной Европы, Азии и Америки, состоявшейся в июне 1970 г. в г. Кельне (ФРГ). Она призвана защищать интересы лоцманов и их объединений перед судовладельцами и обеспечивать интересы лоцманов при разработке международной судоходной политики.

*Международная федерация ассоциации морских капитанов (МЕФАК)* создана в 1974 г. для защиты интересов капитанов и других лиц командного состава перед судовладельцами и обеспечения их интересов в других международных организациях. МЕФАК — некоммерческая и неправительственная организация. Ее правовой статус определяется национальным законодательством Великобритании. Цели МЕФАК: установление профессиональных контактов и связей между капитанами во всемирном масштабе; поддержка и помощь ИМО в ее стремлении повысить безопасность мореплавания; сотрудничество с международными организациями, занимающимися регулированием безопасности мореплавания и другими вопросами морского транспорта, а также использованием океанов и морей для других целей; участие в разработке международных профессиональных стандартов для капитанов и других лиц командного состава.

Кроме перечисленных выше, существуют также следующие международные организации по судоходству:

*Ассоциация латиноамериканских судовладельцев;*

*Балтийская и международная морская конференция;*

*Международная ассоциация независимых владельцев танкеров;*

*Международная федерация по ограничению ответственности владельцев танкеров в случае загрязнения;*

*Международный союз морского страхования;*

*Международный форум морских нефтяных компаний.*

## **§ 72. Международно-правовой режим морских пространств**

**Открытое море.** Основным международным актом, регулирующим правовой режим открытого моря, является Конвенция об открытом море, принятая на Международной дипломатической конференции ООН по морскому праву в 1958 г. в Женеве, а также Конвенция ООН по морскому праву, принятая 30 апреля 1984 г. Согласно этим Конвенциям открытым морем признаются все морские пространства, которые не входят ни в территориальные, ни во внутренние воды какого-либо государства. Основу режима открытого моря составляют следующие два принципа: открытое море открыто для всех наций

и никакое государство не в праве претендовать на подчинение какой-либо его части своему суверинитету; свобода открытого моря должна осуществляться всеми государствами согласно нормам международного права с учетом интересов всех государств. Таким образом, все государства, в том числе и те, у которых нет морского побережья, имеют право свободы судоходства и рыболовства, право свободно прокладывать подводные кабели и трубопроводы, право свободы полетов над открытым морем.

**Проливы и каналы.** Конвенция о территориальном море и прилегающей зоне подтверждает общепризнанную норму международного права относительно свободы мирного прохода иностранных судов через проливы и каналы, которые, соединяя одну часть открытого моря с другой его частью или территориальными водами иностранного государства, служат для международного судоходства независимо от того, относятся ли они к территориальным водам или к открытому морю.

Международные проливы и каналы соединяют между собой либо пространства открытых морей (например, Гибралтарский пролив, Панамский канал и др.), либо открытое море с закрытым (например, Черноморские проливы и др.).

Режим международных проливов и каналов определяется международными соглашениями в каждом отдельном случае в зависимости от их положения в системе международных морских путей и значения для мореплавания. В качестве примера ниже приведены основные сведения о Черноморских проливах и Суэцком канале.

*Черноморские проливы* — Босфор, Мраморное море, Дарданеллы — соединяют закрытое Черное море с открытым Средиземным морем. Они являются единственным путем сообщения Черноморских государств с открытым морем и потому имеют важное экономическое и военное значение.

Международно-правовой режим Черноморских проливов регулируется Конвенцией о режиме проливов, заключенной в Монтре (Швейцария) в 1936 г. Конвенция подтвердила принцип права свободного прохода и плавания в проливах торговых судов всех стран. С судов, проходящих проливы транзитом без остановки в одном из портов, не взыскиваются никакие сборы, кроме сборов за услуги, предусмотренные в специальном приложении к Конвенции (за санитарный контроль, на содержание маяков ограждающих буев и спасательной службы). Сбор уплачивается один раз за проход в обоих направлениях. Помощь лоцманов или пользование буксирами необязательно.

Во время войны, если Турция не является воюющей стороной, торговые суда независимо от флага и груза могут пользоваться полной свободой транзита и судоходства в проливах на тех же условиях, что и в мирное время. Если Турция является воюющей стороной, то правом свободы прохода и плавания в проливах могут пользоваться только суда стран, не находящихся в войне с Турцией, при условии, что они не оказывают содействия противнику и входят в проливы только днем. Путь следования этим судам в таком случае указывают

турецкие власти. Такие же условия должны соблюдаться и в том случае, если Турция сочтет себя находящейся под угрозой непосредственной военной опасности.

*Суэцкий канал* соединяет Средиземное и Красное моря; он находится на одном из основных оживленных международных морских путей, связывающих страны Европы со странами Среднего и Дальнего Востока, а также со странами Африки, Южной и Юго-Восточной Азии и с Австралией. Правовой режим канала был определен Константинопольской конвенцией 1888 г., объявившей канал свободным и открытым для судоходства как в мирное время, так и в военное время для всех торговых и военных судов без различия флага. В 1956 г. египетское правительство национализировало Суэцкий канал. В своей декларации от 24 апреля 1957 г. египетское правительство обязалось обеспечить свободное и непрерывное судоходство для всех стран в соответствии с положениями Конвенции 1888 г. Условия плаваний в канале — порядок входа, выхода, скорость движения, расхождение, остановка и специальные технические требования, которым должны удовлетворять суда, определяются изданными администрацией канала Правилами навигации.

**Территориальные воды.** Основным международным актом, определяющим правовой режим территориальных вод и прилежащих зон, является Конвенция 1958 г. о территориальном море и прилежащей зоне. Под территориальными водами (морем) понимают примыкающий к сухопутной территории или внутренним водам прибрежного государства морской пояс, ширину которого устанавливает прибрежное государство и который входит в состав государственной территории и находится под его суверинитетом, но с учетом общепризнанных норм международного морского права.

В СССР режим территориальных вод регламентирован Законом СССР «О государственной границе СССР». Основная цель в установлении территориальных вод состоит в обеспечении политической, военной и экономической безопасности прибрежного государства. В настоящее время большинство государств имеют территориальные воды шириной от 3 до 12 миль, СССР — 12 миль.

Конвенция устанавливает право мирного прохода невоенных судов через территориальные воды прибрежного государства. Такой проход включает также остановку судна и стоянку на якорь, если они связаны с обычным плаванием или необходимы вследствие непреодолимой силы или бедствия.

Иностранные суда, осуществляя право мирного прохода, должны соблюдать все законы и правила, издаваемые прибрежным государством, в частности, касающиеся судоходства. Однако прибрежное государство может осуществлять уголовную и гражданскую юрисдикцию над иностранными судами в территориальных водах.

**Внутренние воды.** Конвенция о территориальном море и прилежащей зоне к внутренним водам относит все воды, расположенные в сторону берега от исходной линии территориальных вод. Поэтому к внутренним водам относятся: воды морских портов и рейдов, заливов, ширина входа в которые при наибольшем отливе не превышает

24 миль, исторических заливов (см. ниже), воды между прямыми исходными (базисными) линиями отсчета территориальных вод и берегов, воды всех внутренних водных путей (национальных рек, озер, каналов) и внутренних морей.

Внутренним морем считают морское пространство, полностью окруженное берегами одного государства или имеющее морской выход, оба берега которого, как и все побережье, принадлежат данному государству. К внутренним морям, например, относятся Аральское, Белое и Азовское. Внутренними морями являются также исторические моря — Карское, Лаптевых и Восточно-Сибирское.

Понятие «Внутренние воды государства» шире, чем понятие «Внутренние морские воды», поскольку первые включают еще и воды всех внутренних водных путей. К внутренним водам государства могут быть отнесены также воды таких заливов, ширина входа в которые превышает 24 мили, но которые исторически принадлежат какому-либо государству или имеют особое экономическое или оборонное значение для данного государства. Так, например, к «историческим заливам» относятся Гудзонов залив (Канада), залив Чесапик (США), залив Петра Великого (СССР) и др.

Во внутренних водах право мирного прохода иностранных судов не действует. Внутренние воды являются частью территории прибрежного государства и находятся под его полным суверенитетом. Все иностранные суда, в том числе и военные, обязаны, находясь в них, соблюдать местные законы и обычаи.

### **§ 73. Международные правила для предупреждения столкновений судов в море**

Наиболее распространенным и тяжелым видом аварии на море является столкновение судов. Такие аварии нередко сопровождаются человеческими жертвами, большими убытками, порой гибелью судна. Правила для расхождения судов начали применяться давно. Однако только с 1889 г. они приобрели законную силу международного документа, когда Международная конференция в Вашингтоне утвердила первые Правила предупреждения столкновений судов в море. В октябре 1972 г. в Лондоне состоялось подписание самостоятельной Конвенции, содержащей новые, ныне действующие Международные правила для предупреждения столкновений судов в море — МППСС—72. Этот документ не просто новые Правила, а специальная Конвенция, имеющая силу международного закона. МППСС—72 состоят из пяти частей.

**Часть А. Общие положения.** Содержит три правила, включающие в себя положения о порядке изменения МППСС—72 и возможном установлении дополнительных местных правил, не противоречащих МППСС—72. В этой же части даны определения общих терминов и специальных слов, встречающихся в тексте МППСС—72.

**Часть В. Правила плавания и маневрирования.** Содержит 16 правил, распределенных по трем разделам. В этой части МППСС—72

объединены все правила плавания и маневрирования, действующие как в хорошую, так и в ограниченную видимость. Такое объединение не означает, однако, унификацию действий судов в условиях хорошей и ограниченной видимости. В *разделе I — Плавание судов при любых условиях видимости* — сосредоточены семь правил, имеющих общий характер и применяющихся при любых условиях видимости. Они касаются организации наблюдения, выбора и соблюдения безопасной скорости и определения опасности столкновения. В них сформулированы основные принципы маневрирования и указан порядок плавания в узкостях и по системам разделения движения. *Раздел II — Плавание судов, находящихся на виду друг у друга*, содержат восемь правил маневрирования, определяющих действия судов при расхождении на виду друг у друга. *Раздел III — Плавание судов при ограниченной видимости* — содержит одно одноименное с названием раздела Правило 19, состоящее из пяти пунктов. Особо важным из них является третий пункт, в котором говорится о действиях судна, использующего радиолокатор для расхождения в условиях ограниченной видимости.

**Часть С. Огни и знаки.** Содержит 12 правил, которые описывают огни и знаки (*приложение 5*), предписанные различным судам на ходу, судам, не имеющим возможности уступать дорогу, специальным судам и т. п.

*Топовый огонь* представляет собой белый огонь, расположенный в диаметральной плоскости судна, освещающий непрерывным светом дугу горизонта в  $225^\circ$  и установленный таким образом, чтобы светить от направления прямо по носу до  $22,5^\circ$  позади траверза каждого борта.

*Бортовые огни* — зеленый огонь на правом борту и красный — на левом; каждый из этих огней освещает непрерывным светом дугу горизонта в  $112,5^\circ$  и установлен таким образом, чтобы светить от направления прямо по носу до  $22,5^\circ$  позади траверза соответствующего борта. На судне длиной менее 20 м бортовые огни могут быть скомбинированы в одном фонаре, выставляемом в диаметральной плоскости судна.

*Кормовой огонь* — белый огонь, расположенный, насколько это практически возможно, ближе к корме судна, освещающий непрерывным светом дугу горизонта в  $135^\circ$  и установленный таким образом, чтобы светить от направления прямо по корме до  $67,5^\circ$  в сторону каждого борта.

*Проблесковый огонь* — огонь, дающий проблески через регулярные интервалы с частотой 120 проблесков и более в минуту.

*Круговой огонь* — огонь, освещающий непрерывным светом дугу горизонта в  $360^\circ$ .

*Буксировочный огонь* — желтый огонь, имеющий такие же характеристики, как и кормовой огонь, описанный выше. Буксировочный огонь располагают по вертикальной линии над кормовым огнем и его можно выставлять только вместе с последним.

Так, например, судно с механическим двигателем на ходу несет следующие ходовые огни: топовый огонь впереди; второй топовый

огонь позади и выше переднего топового огня, однако судно длиной менее 50 м не обязано, но может выставлять такой огонь; бортовые огни; кормовой огонь.

*Судно на воздушной подушке*, находящееся в неводоизмещающем состоянии, в дополнение к вышеперечисленным огням должно выставлять круговой проблесковый желтый огонь.

*Судно с механическим двигателем длиной менее 7 м*, имеющее максимальную скорость не более 7 уз, может вместо вышеперечисленных огней выставлять белый круговой огонь. Такое судно, если это практически возможно, выставляет также бортовые огни.

*Судно с механическим двигателем, занятое буксировкой*, должно выставлять: два топовых огня впереди, расположенные по вертикальной линии; если длина буксира, измеренная от кормы буксирующего судна до кормы буксируемого, превышает 200 м, — три таких огня; еще один топовый огонь позади и выше передних топовых огней, однако судно длиной менее 50 м не обязано, но может выставлять такой огонь; бортовые огни; кормовой огонь; буксировочный огонь; ромбовидный знак на наиболее видном месте, если длина буксира превышает 200 м.

*Буксируемое судно или буксируемый объект* должны выставлять бортовые огни, кормовой огонь и ромбовидный знак, если длина буксира превышает 200 м.

Если толкающее судно и судно, толкаемое вперед, жестко соединены в сочлененное судно, они должны рассматриваться как единое судно с механическим двигателем и выставлять соответствующие огни.

*Судно, лишенное возможности управляться*, должно выставлять два красных круговых огня, расположенных по вертикальной линии на наиболее видном месте; два шара или подобные знаки, расположенные на наиболее видном месте; бортовые огни и кормовой огонь, если такое судно имеет ход относительно воды.

*Судно, ограниченное в возможности маневрировать*, должно выставлять: три круговых огня, расположенных по вертикальной линии на наиболее видном месте; верхний и нижний из этих огней должны быть красными, а средний — белым; три знака, расположенных по вертикальной линии на наиболее видном месте; верхний и нижний из этих знаков должны быть шарами, а средний — ромбом; топовые огни, бортовые огни и кормовой огонь, если судно имеет ход относительно воды; если же оно стоит на якоре, то вместо топовых, бортовых и кормового огней — якорные огни (см. ниже).

*Судно на якоре* выставляет на наиболее видном месте в носовой части белый круговой огонь или шар, а на корме или вблизи нее и ниже носового якорного огня еще один белый круговой огонь. Если стоящее на якоре судно имеет длину менее 50 м, то оно может ограничиться выставлением одного якорного огня на наиболее видном месте. Если же такое судно имеет длину 100 м, оно обязано дополнительно иметь огни, освещающие его палубу.

*Судно на мели* должно выставлять описанные выше якорные огни и дополнительно к ним два красных круговых огня и три шара на наиболее видном месте, расположенные по вертикальной линии.

Во всех вышеприведенных случаях огни выставляют в темное время суток, а знаки — днем.

**Часть Д. Световые и звуковые сигналы.** Включает шесть правил, описывающих подачу с судов информационных и предупредительных сигналов. Некоторые из таких сигналов можно использовать только в хорошую видимость, когда суда находятся на виду друг у друга (сигналы маневрирования); другие, наоборот, предназначены исключительно для подачи с целью предупреждения встречных судов в условиях ограниченной видимости (туманные сигналы). Учитывая недостаточно высокую эффективность звуковых сигналов, подаваемых при маневрировании, МППСС—72 разрешают дублировать их с помощью световых сигналов.

**Часть Е. Изъятия.** Содержит одно одноименное с названием части правило, регламентирующее вопросы, связанные с переоборудованием существующих судов для соблюдения ими технических требований новых МППСС—72.



1. Следующие сигналы, используемые или выставяемые вместе либо раздельно, указывают, что судно терпит бедствие и нуждается в помощи:

- (a) пушечные выстрелы или другие, производимые путем взрыва, сигналы с промежутками около 1 мин;
- (b) непрерывный звук любым аппаратом, предназначенным для подачи туманных сигналов;
- (c) (ракеты или гранаты, выбрасывающие красные звезды, выпускаемые поодиночке через короткие промежутки времени;
- (d) сигнал, переданный по радиотелеграфу или с помощью любой другой сигнальной системы, состоящей из сочетания звуков ... — — — ... (SOS) по азбуке Морзе;
- (e) сигнал, переданный по радиотелефону, состоящий из произносимого вслух слова «Мэйдей»;
- (f) сигнал бедствия по Международному своду сигналов — «NC»;
- (g) сигнал, состоящий из квадратного флага с находящимся над ним или под ним шаром или чем-либо похожим на шар;
- (h) пламя на судне (например, от горящей смоляной или мазутной бочки и т. д.);
- (i) красный свет ракеты с парашютом или фальшфейер красного цвета;
- (j) дымовой сигнал — выпуск клубов дыма оранжевого цвета;
- (k) медленное и повторяемое поднятие и опускание рук, вытянутых в стороны;
- (l) радиотелефонный сигнал тревоги;
- (m) радиотелеграфный сигнал тревоги;
- (n) сигналы, передаваемые аварийными радиобуями указания положения.

2. Запрещается применение или выставление любого из вышеуказанных сигналов в иных целях, кроме указания о бедствии и необходимости помощи; не допускается также использование сигналов, которые могут быть спутаны с любым из вышеперечисленных сигналов.

3. Следует также обращать внимание на соответствующие разделы Международного свода сигналов, Руководства по поиску и спасению торговых судов, а также на возможность использования следующих сигналов:

- (a) полотнище оранжевого цвета с черным квадратом либо кругом или другим соответствующим символом (для опознавания с воздуха);
- (b) цветное пятно на воде.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

В настоящем указателе приведены ссылки лишь на те страницы, где можно найти справку по существу темы рубрики или подрубрики.

Вместо повторения слов предыдущей рубрики или подрубрики использованы тире. Число знаков тире соответствует числу первых заменяемых слов.

### А

Аварийно-спасательные работы 194  
Аварийный ремонт судна 195  
Аваральные работы 195  
Авторулевой 184  
— адаптивный 184  
Азимут переноса 132  
— светила 122  
Айсберги 65  
Аномалия магнитная 27  
Антициклон 62  
Ассоциация латиноамериканских судовладельцев 248  
Астрономическая линия положения 131  
Атласы физико географических данных 76  
— волнения и ветра 76  
— поверхностных течений 76  
Атмосфера 52  
Атмосферный фронт, или фронтальная зона 58  
— — окклюзий 59  
— —, поверхность раздела 59  
— — теплый 59  
— — холодный 59

### Б

Бакан 39  
Балтийская и международная морская конференция 248  
Барический градиент 56  
Барического рельефа формы 56  
Барическое поле 56  
Битенги 231  
Блоки  
— деревянные 193  
— металлические 193  
Большой круг 5  
Бора 5  
Боцман 238  
Брам стена 187  
Брашпиль 198  
Бриз 58  
Буй 39  
Буксирная линия 226  
Буксирное устройство 203  
Буксирные битенги 203  
— клюзы 203  
буксирный караван 226  
— состав 226  
Буксировка 225  
— канальная 226  
— морская ближняя 226  
— дальняя 226

— «на битинг» 225  
— «на гаке» 225  
— «на упор» 225  
— несамоходного тоннажа 226  
— океанская 226  
— портовая 226  
— простая 226  
— рейдовая 226  
— речная 226  
— самоходных судов 226  
— сложная 226  
— смешанная 226  
Буксировки аварийные 226  
— вспомогательные 226  
— — грузовые 226  
— — кантовочные 226  
— — портовые 226  
— — рейдовые 226  
— экспедиционные или специальные 226

Буксируемые суда 225  
Буксирующие суда 225  
Буксиры 226  
— морские линейные 228  
— — многоцелевые 228  
— океанские 228  
— — портные транспортно маневренного назначения 229  
— — рейдовые 228  
Буксиры-кантовщики 229  
Буксиры-спасатели океанские 228  
Буря магнитная 25

### В

Вариации  
— вековые 25  
— годовые 25  
— непериодические 25  
— суточные 25  
Вахта судовая 238  
— — стояночная 238  
— — ходовая 238  
Вахтенный помощник капитана 238  
Верп 198  
Верхняя кульминация светила 124  
Вежа навигационная 38  
Взбросы 71  
Влажность 53  
— абсолютная 53  
— относительная 53  
Воды внутренние 250

- территориальные 250
- Воздух арктический (антарктический) 58
  - насыщенный 53
  - полярный 53
  - тропический 53
  - экваториальный 53
- Воздушные массы 59
  - — континентальные 59
  - — местные 59
  - — морские 59
  - — теплые 59
  - — холодные 59
- Возмущения 25
- Волны
  - высота 71
  - гребень 71
  - длина 71
  - крутизна 71
  - направление 71
  - период 71
  - подошва 71
  - скорость 71
- Волны морские 70
  - — барические 70
  - — приливо отливные 70
  - — сейсмические 70
  - — трения 70
- Восточное полушарие 7
- Выбор пути 180
- Высота малой воды 67
  - полной воды 67
  - светила 122

## Г

- Гак 193
- Гафель 188
- Географическая параллель 6
- Географический меридиан места, или меридиан наблюдателя 6
  - полюс 5
- Геодезическая основа 80
- Геоид 5
- Гидрометеорологические очерки лощей 76
  - условия плавания 177
- Гик 187
- Гини 183
- Гипербола сферическая 113
- Гирокомпас двухгироскопный 19
  - маятниковый 18
  - одnogироскопный 19
  - одnorоторный 19
  - управляемый 19
- Главный румб 14
  - штурман пароходства 243
- Гониометр 144
- Горизонт наблюдателя видимый 33
- Градус 14
- Гражданское время 125
  - — Гринвичское, или Всемирное 125
  - — местное 125
  - — среднее 125
- Гринвичский меридиан 7
- Грузовая стрела 187, 202
- Грузовое устройство 201
  - непрерывного действия 203
  - периодического действия 203

## Д

- Дальность видимого горизонта 33
  - видимости маячных огней 34
  - — номинальная (стандартная) 34
  - — огня оптическая 34
  - — предмета 34
  - — — географическая 34
  - — — максимальная 137
  - — — минимальная 137
  - — радиолокационного горизонта гео метрическая 35
- Девияция магнитного компаса 28
  - остаточная 29

- Декретное время 126
- Демаркационная линия 127
- Диаметральная плоскость (ДП) 15
- Долгота 8
- Доработка предварительной проклад ки 179
- Дрейф 102
- Дрек 198
- Дунайская комиссия (ДК) 247
- Дюйм 11

## Ж

- Живучесть судна 206

## З

- Западное полушарие 7
- Звездное время 124
  - — гринвичское 124
  - — местное 124
- Звездные сутки 124
- Звуковые средства сигнализации и связи 235
- Земной полюс 5
  - сфероид 5
- Знаки латеральные 42
  - кардинальные 43
- Зона внутритропической конверген ции 63
- Зоны пассатные 63
  - субтропические океанов 63
  - тропических муссонов 63
  - умеренных широт 63
- Зрительные средства связи и сигнала зации 239
- Зыбь 71
  - мертвая 71

## И

- Изобара 56
- Изобата 109
- Изогона 25
  - сферическая 110
- Изодина 25
- Изоклина 25
- Изолиния 109
- Изопеленга, или изоазимута 111
- Изорахия или котидальная линия 109
- Изостадия 110
- Изотерма 109
- Ионосфера 52

- Исправление курса 31
  - пеленга 31
- истинный курс (ИК) 15
  - пеленг (ИП) 15

## К

- Кабельтов 11
- Канат 188
- Капитан 234
  - морского порта 244
- Капитан наставник 244
- Карго план 236
- Картографическое изображение 80
- Карты вспомогательные и справоч ные 78
  - географические 77
  - гидрометеорологические 75
  - гномонические 83
  - морские 77
  - навигационные 77
  - специальные 78
- Каталог карт и книг (ККК) 90
- Климат 63
- Ключ 199
- Книхт 200
- Кольчужный пластырь 194
- Компас гироскопический 17
- Компасный курс по гирокомпасу, или гирокомпасный курс (ГКК) 21

Корпус судна 186  
Корректурa пособий 94, 176  
Корректурные документы 94  
Коуш 193  
Кошка 198  
Коэффициент лага 12  
Крапеец 201  
Крюйс пеленг 120  
Крюйс расстояние 120  
Крюйс способ 120  
Курс гироскопический 17  
— магнитный 27  
Курсовой угол (КУ) 15

## Л

Лар 12  
Лагильн 188  
Лед 65  
— деформированный 65  
— дрейфующий 65  
— сжатие 65  
Линия доксомедрических пеленгов 113  
— относительного движения (ЛОД) 142  
— положения 114  
— — ограждающая 164  
— — перемещенная 120  
— — разновременная 120  
— пути судна при дрейфе 103  
— створная 37  
— — , сходовая часть 37  
— — , ходовая часть 37  
Линь 188  
Локсодромия 81  
Лот гидроакустический 171  
— ручной 170  
Лотильн 186  
Лоции 87

## М

Магнетизм судовой 27  
Малая вода 67  
Малый круг 5  
Масштаб 79  
— линейный 79  
— числовой 79  
Масштаб карты точность предельная 80  
Мачта 187  
Маяк плавучий, или плавмаяк 40  
Медико санитарная служба 234  
Международная ассоциация латиноамериканских судовладельцев 248  
— — независимых владельцев танкеров 248  
— — маячных служб (МАМС) 247  
— — морских лоцманов (ИМПА) 248  
— — портов и гаваней (МАСПОГ) 247  
— — судовладельцев (ИНСА) 246  
— морская организация (ИМО) 245  
— палата судоходства (МПС) 246  
— федерация ассоциаций морских капитанов (МЕФАК) 248  
— — по ограничению ответственности владельцев танкеров в случае загрязнения 248  
Международный морской комитет (МКК) 246  
— свод сигналов (МСС) 239  
— союз морского страхования 248  
— стандартный морской навигационный словарь разговорник 240  
— форум морских нефтяных компаний 248  
Меридиан гироскопический 21  
— компасный 28  
— наблюдателя, или географический меридиан места 6  
Меридиональная часть 84  
Меркаторская миля 84  
— проекция 81

Мерная линия 13  
Механик 237  
— — второй 237  
— — старший 237  
— — третий 237  
— — четвертый 237  
Миля морская 11  
Момент траверза 157  
Море открытое 248  
Морские навигационные карты (МНК) 77  
— — — генеральные 77  
— — — пособия (МНП) 86  
— — — руководства (МНР) 86  
Морской атлас 89  
Морской воды относительная прозрачность 65  
— — — плотность 64  
— — — свечение 66  
— — — соленость 64  
— — — цветение 66  
Муссоны 58

## Н

Навигационная обстановка перехода 177  
Навигационный параметр 109  
— — — транспорт 96  
Наклонение видимого горизонта 33  
— — — магнитное 25  
Насыщения недостаток (дефицит) 53  
Небесная сфера 121  
Небесный маяк 129  
Непоглощаемость 207  
Нуль глубин 67

## О

Обеспечение гидрометеорологическое 74  
Обсервованное место 119  
Обух 193  
Обязанности служебные 234  
Огонь  
— бортовой 252  
— буксировочный 252  
— кормовой 252  
— круговой 252  
— проблесковый 252  
— секторный 37  
— толовый 252  
Ограждение 40  
Ортодромия 81, 112  
Отражатели пассивные 138  
Оттяжки 192  
Отшвартовка 224  
Отшествие 8

## П

Параллельная линейка 96  
Пассажирская служба 234  
Пассаты 58  
Пелент  
— гироскопический 21  
— гироскопический 17  
— компасный 30  
— магнитный 27  
— предмета ограждающий 165  
Перевод курса 31  
— — — пеленга 31  
Период освещения 37  
Перильн 188  
Плавание в морях с приливами 169  
— — — во льдах 167  
— — — в тумане 168  
— — — в узкостях 166  
Плавучие приборы 205  
Пластырь кольчужный 194  
— — — легкий 195  
— — — облегченный 195  
— — — шпигованный 195

Плоскость истинного горизонта 7  
 — — меридиана 7  
 — — компасного меридиана 28  
 — — первого вертикала 7  
 Поворотливость 216 227  
 Погрешность измерения направления 137  
 — — расстояния 137  
 — — инерционная 19  
 — — инструментальная 20  
 — — скоростная 19  
 — — суммарная 20  
 Подъем карт 179  
 Подъемные устройства 193  
 Полная вода 67  
 Полуденная линия 7  
 Полуциркулярный счет курсовых углов 15  
 Полус освещения светила 128  
 Полярное расстояние 123  
 Полярные районы 63  
 Помощник капитана 235  
 Поправка гирокомпаса общая 21  
 — лага 12  
 — магнитного компаса 30  
 — ортодромическая 114  
 — хронометра 128  
 Постоянная международная ассоциация (ПМАК) 246  
 Поясное время 125  
 Предостерегательный плавучий знак (ППЗ) 30  
 Процессия 17  
 Прибой 71  
 Прилива элементы 67  
 Приливо отливные течения 68  
 — — явления 69  
 Приливы квадратурные 68  
 — — сигизийные  
 Проекция картографическая 79  
 — Меркатора нормальная 82  
 — стереографическая 84  
 Прокладка исполнительная 100  
 — навигационная 105  
 — предварительная 99 177  
 Пролиты и каналы 249  
 Проработка маршрута 99  
 Прямое восхождение светила 123  
 Психрометр аспирационный 54  
 Путевой угол (ПУ) 103

## Р

Радиолокационные описания маршрутов 89  
 Радиолокационный маяк ответчик (РМО) 138  
 Радиально скоростной (дифференциальный) метод 158  
 Радионавигационные системы (РНС) 47  
 — карты (РНК) 78  
 Радиомаяки всенаправленные 149  
 — комбинированные 153  
 — кругового излучения 149  
 — створные или курсовые 152  
 Радиопеленгаторные станции береговые 152  
 Радиосвязь внешняя 240  
 Радиостанции 48  
 Радиотехническая служба 234  
 Радиотехнические средства связи и сигнализации 239  
 Развертка 136  
 Разност дистанционный (интегральный) метод 159  
 Разность долгот 9  
 — широт 8  
 Разрешающая способность по расстоянию 137  
 — — — углу 137  
 Рангоут 187  
 Расстояние света в море 66  
 Расстояние опасное 166  
 Река 187  
 Рейсовое задание 175  
 Рейсовый план 175

Референц эллипсоид, или эллипсоид отнесения 5  
 Румбовая система 14  
 Рым 193  
 Рыскливость 216

Сажень морская 11  
 Северное полушарие 6  
 Сейши 66  
 Секстан 130  
 Сигнал бедствия 49  
 — — безопасности 50  
 — — гидрометеорологический 51  
 — — о колебании уровня моря 51  
 — — штормовой 51  
 — — в районах с ограничением пути следования 50  
 — — карантинный 51  
 — — лоцманский 51  
 — — о входе в порт и выходе из порта 50  
 — — проходе мостов 51  
 — — предостерегательный для обозначения присутствия подводных лодок 50  
 — — предостерегающий от опасности 50  
 — — срочности 49  
 Склонение магнитное 25  
 — — светила 123  
 Скобы 193  
 Скорость звука в воде 66  
 Служба быта 233  
 — — технической эксплуатации 233  
 — — эксплуатации 233  
 Солнечные сутки средние 125  
 Спасательные средства 203  
 — — индивидуального пользования 203  
 — — коллективного пользования 203  
 Спасательный жилет 206  
 — — круг 206  
 — — плот 205  
 — — жесткий 205  
 — — надувной 205  
 Средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП) 183  
 — — внешней сигнализации и связи 238  
 — — внутренней сигнализации и связи 239  
 — — навигационного оборудования (СНО) 48  
 — — — гидроакустические 48  
 — — — звукооповещения 48  
 — — судовой связи и сигнализации 239  
 Станции сигнальные 49  
 — — спасательные 48  
 Створ 37  
 Старший помощник капитана 235  
 Стеньга 187  
 Стоп анкер 198  
 Стопор 199  
 Стратосфера 52  
 Судовая коллекция 90  
 Судовое время 127  
 Судовой журнал 233  
 Суэцкий канал 250  
 Счисление пути судна 101  
 — — — простое 106  
 — — — составное 106  
 Счислимо обследованное место 120

## Т

Таблицы приливов 76  
 — — течений 76  
 Тайфун 61  
 Такелаж 190  
 — бегучий 190  
 — стоячий 190  
 Такелажное оборудование 192  
 Тали 193  
 Талреп 193

Течения 72  
   — ветровые 72  
   — градиентные 72  
   — приливо отливные 72  
 Толчая 71  
 Топенант 192  
 Торошение 65  
 Точка весеннего равноденствия 123  
   — росы 53  
 Трансляция судовая 240  
 Транспортные буксирные перевозки 226  
 Тревога  
   общесудовая 211  
   учебная 211  
   «человек за бортом» 211  
   шлюпочная 211  
 Тропосфера 52  
 Тросы  
   растительные  
     кабельтовые 188  
     кокосовые 188  
     манильские 188  
     пеньковые 188  
     сезальские 188  
   синтетические 190  
   стальные  
     бензельские 189  
     гибкие 189  
     жесткие 189  
     полужесткие 189

**У**

Уборка судовая 194  
 Увальчивость 216  
 Углы схождения меридианов 113  
 Угол дрейфа 103  
   — опасности 165  
   — — вертикальный 165  
   — — горизонтальный 165  
   — радиодевияции 146  
 Управляемость 216  
 Уровня моря колебания 66  
   — — — непериодические 66  
   — — — периодические 67  
 Учебная служба 234

**Ф**

Фалы сигнальные 190  
 Фен 58  
 Фронтальная зона или атмосферный фронт 58

**Х**

Ход хронометра 128  
   — — суточный 128

**Ц**

Цепи 190  
 Цепной ящик 198  
 Циклон 60  
   — внетропический 60  
   — семейство 60  
   — тропический 60  
 Циркуляция 102 216

**Ч**

Часовой угол светила 122  
 Черноморские проливы 249

**Ш**

Швартовное устройство 200  
 Швартовые механизмы 200  
   — приспособления 200  
   — тросы (швартовы) 200  
 Широта 8  
 Шкимушгар 188  
 Шлюпка спасательная 204  
 Шлюпочное устройство 204  
 Шпиль 199  
 Штурманская справка 177

**Э**

Экватор 6  
 Элементы земного магнетизма 25  
   — судна маневренные 219  
 Электромеханик старший 238  
 Эллипсоид отнесения или референц эллипсоид 5

**Ю**

Южное полушарие 6  
 Юзень 188

**Я**

Якорные механизмы 198  
 Якорные цепи 198  
 Якорь кормовой 197  
   — носовой 197  
   — становой 198  
   — судовой 197  
 Ярд 11

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                            | 3  |
| <b>ЧАСТЬ ПЕРВАЯ НАВИГАЦИЯ</b>                                                                       |    |
| <b>Глава 1 Общие сведения о Земле</b>                                                               |    |
| § 1 Форма и размеры Земли Географические координаты                                                 | 5  |
| § 2 Разность широт Разность долгот Отстояние                                                        | 8  |
| § 3 Меры длины и скорости на море Определение пройденного расстояния                                | 11 |
| § 4 Системы деления горизонта Истинные курсы и пеленги Указатели направлений                        | 14 |
| § 5 Гироскопические компасы Гироскопические курсы и пеленги                                         | 17 |
| § 6 Магнитный компас Магнитные и компасные курсы и пеленги                                          | 22 |
| § 7 Перевод и исправление курсов и пеленгов                                                         | 31 |
| § 8 Истинный и видимый горизонт наблюдателя Дальность видимости предметов и маячных огней           | 33 |
| <b>Глава 2 Навигационное оборудование морских путей</b>                                             |    |
| § 9 Береговые средства навигационного оборудования (СНО)                                            | 36 |
| § 10 Плавающие предостерегательные знаки                                                            | 38 |
| § 11 Система ограждения МАМС                                                                        | 41 |
| § 12 Раднотехнические, звукооповещательные и гидроакустические средства навигационного оборудования | 46 |
| § 13 Сигналы и оповещательные станции                                                               | 48 |
| <b>Глава 3 Гидрометеорологическое обеспечение судовождения</b>                                      |    |
| § 14 Метеорологические элементы                                                                     | 52 |
| § 15 Циркуляция атмосферы                                                                           | 58 |
| § 16 Климатические зоны                                                                             | 63 |
| § 17 Статика Мирового океана                                                                        | 64 |
| § 18 Динамика Мирового океана                                                                       | 66 |
| § 19 Гидрометеорологическое обеспечение                                                             | 73 |
| <b>Глава 4 Навигационные пособия</b>                                                                |    |
| § 20 Морские карты                                                                                  | 77 |
| § 21 Картографические проекции                                                                      | 78 |
| § 22 Чтение морской карты                                                                           | 85 |
| § 23 Руководства и пособия для плавания                                                             | 86 |
| § 24 Пользование картами и Руководствами для плавания                                               | 89 |
| <b>Глава 5 Счисление пути морского судна</b>                                                        |    |
| § 25 Основные задачи, решаемые на морской карте (МК)                                                | 96 |
| § 26 Общие сведения о прокладке                                                                     | 99 |

|      |                                          |     |
|------|------------------------------------------|-----|
| § 27 | Графическое счисление пути               | 101 |
| § 28 | Снос судна и его учет при счислении пути | 102 |
| § 29 | Аналитическое счисление пути             | 106 |

## Глава 6 Основы теории обсерваций

|      |                                          |     |
|------|------------------------------------------|-----|
| § 30 | Общие положения                          | 108 |
| § 31 | Типы изолиний                            | 110 |
| § 32 | Ортодромическая поправка Линии положения | 113 |

## Глава 7 Способы обсерваций места судна в море

|      |                                          |     |
|------|------------------------------------------|-----|
| § 33 | Визуальные наблюдения земных ориентиров  | 116 |
| § 34 | Небесная сфера                           | 121 |
| § 35 | Время                                    | 124 |
| § 36 | Измерение и исправление высот светил     | 128 |
| § 37 | Астрономическая обсервация               | 131 |
| § 38 | Радиолокационные станции                 | 135 |
| § 39 | Радиопеленгование                        | 143 |
| § 40 | Радиомаяки и радиопеленгаторные станции  | 149 |
| § 41 | Радионавигационные системы               | 153 |
| § 42 | Искусственные спутники Земли             | 156 |
| § 43 | Прокладка при плавании в особых условиях | 164 |
| § 44 | Измерение глубин в море                  | 170 |
| § 45 | Дуга большого круга                      | 172 |

## Глава 8 Путь морского судна

|      |                                         |     |
|------|-----------------------------------------|-----|
| § 46 | Подготовка к переходу                   | 175 |
| § 47 | Предварительная прокладка               | 177 |
| § 48 | Выбор пути в открытом море              | 180 |
| § 49 | Автоматизированные системы судовождения | 182 |

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ УПРАВЛЕНИЕ МОРСКИМ СУДНОМ

## Глава 9 Техническая эксплуатация судна

|      |                                             |     |
|------|---------------------------------------------|-----|
| § 50 | Корпус и рангоут судна                      | 186 |
| § 51 | Тросы и цепи                                | 188 |
| § 52 | Такелаж и такелажное оборудование           | 190 |
| § 53 | Судовые работы                              | 194 |
| § 54 | Рулевое устройство                          | 195 |
| § 55 | Якорное устройство                          | 197 |
| § 56 | Швартовное, грузовое и буксирное устройства | 200 |
| § 57 | Спасательные средства                       | 203 |
| § 58 | Живучесть судна                             | 206 |
| § 59 | Пожаробезопасность                          | 208 |
| § 60 | Расписание по тревогам                      | 211 |
| § 61 | Снятие судна с мели                         | 212 |

## Глава 10 Управление движением морского судна

|      |                                                   |     |
|------|---------------------------------------------------|-----|
| § 62 | Управляемость судна                               | 216 |
| § 63 | Якорная стоянка                                   | 220 |
| § 64 | Швартовка судна                                   | 222 |
| § 65 | Морская буксировка (терминология и классификация) | 225 |
| § 66 | Буксирные работы                                  | 227 |

## Глава 11 Организация службы на морском судне

|      |                                                             |     |
|------|-------------------------------------------------------------|-----|
| § 67 | Устав службы на судах Министерства морского флота Союза ССР | 232 |
|------|-------------------------------------------------------------|-----|



|                      |                                                                    |     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| § 68                 | Экипаж судна Вахта                                                 | 233 |
| § 69                 | Сигнализация и связь                                               | 239 |
| § 70                 | Органы надзора и контроля                                          | 241 |
| § 71                 | Международные морские организации по морскому судоходству          | 245 |
| § 72                 | Международно-правовой режим морских пространств                    | 248 |
| § 73                 | Международные правила для предупреждения столкновений судов в море | 251 |
| Список литературы    |                                                                    | 255 |
| Приложения           |                                                                    | 257 |
| Предметный указатель |                                                                    | 265 |

### *Учебник*

Ермолаев Герман Григорьевич,  
Зотеев Евгений Степанович

## ОСНОВЫ МОРСКОГО СУДОВОЖДЕНИЯ

Предметный указатель составила *Е. В. Сербиновская*  
Переплет художника *О. С. Шанецкого*  
Технический редактор *Н. И. Горбачева*  
Корректор вычитчик *Е. А. Котляр*  
Корректор *В. А. Луценко*  
ИБ № 3620

---

Сдано в набор 11 06 87 Подписано в печать 17 03 88 Т 06946  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бум офсетная № 1 Гарнитура литературная Офсетная печать  
Усл печ л 17 0 Усл кр отт 36 0 Уч изд л 19 44 Тираж 13 000 экз Заказ 3653 Цена 1 р 30 к  
Изд № 1 1 1/11 № 3884

Ордена «Знак Почета»  
издательство «ТРАНСПОРТ» 103064 г Москва Басманный туп ба

---

Ордена Трудового Красного Знамени тип издательства Куйбышевского  
обкома КПСС г Куйбышев проспект Карла Маркса 201