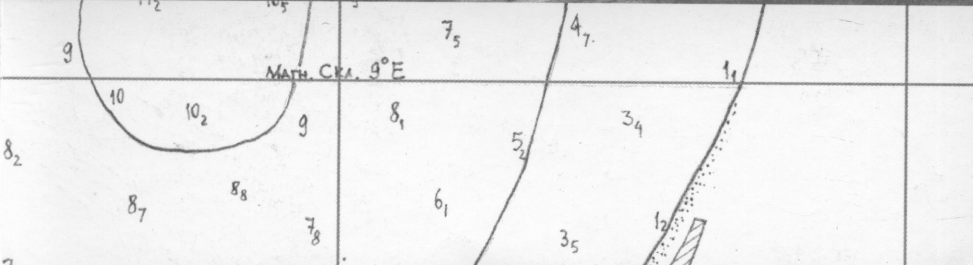
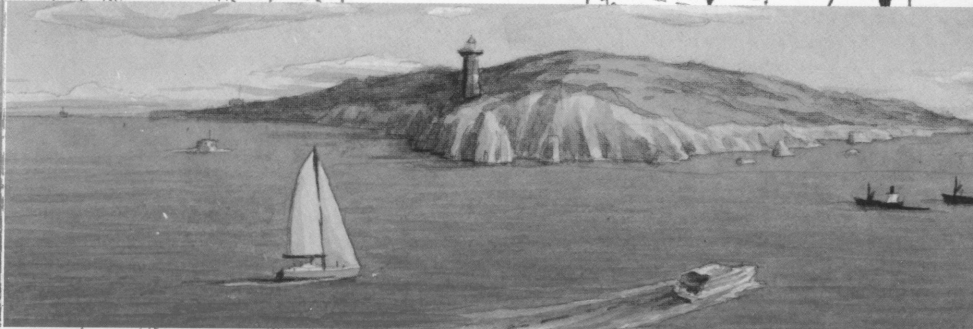




# МОРСКАЯ НАВИГАЦИЯ

В.И. СИДОРОВ  
В.В. РОМАНОВ





В. И. Сидоров, В. В. Романов

# МОРСКАЯ НАВИГАЦИЯ

*Учебное пособие*

Москва  
2 0 0 3

**УДК 527:629.525 (075.4)**

**ББК 39.471.1я7**

**С34**

Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Всероссийской федерацией парусного спорта

**С34** Сидоров В. И., Романов В. В. **Морская навигация.**  
*Учебное пособие.* — М.: Ад фонтас, 2003.—192 с.

**ISBN 5-98013-004-7**

Учебное пособие «Морская навигация» создано с учетом опыта многолетнего преподавания в Московской яхтенной школе и предназначено для подготовки яхтсменов в процессе очного, заочного или самостоятельного обучения.

Учебное пособие отражает вопросы морской навигации применительно к яхтингу и может быть полезным для яхтсменов, делающих первые шаги в освоении паруса, для яхтенных рулевых и капитанов, повышающих квалификацию, для судоводителей, готовящихся к управлению моторными катерами и яхтами.

**УДК 527:629.525 (075.4)**

**ББК 39.471.1я7**

Редактор В. И. Сидоров

**ISBN 5-98013-004-7**

© Сидоров В. И., Романов В. В., 2003

© Художник Михайлов М. С.

© Ад фонтас, 2003

## Введение

Государственный стандарт 23634-83 определяет морскую навигацию как науку о выборе пути, определении места и перемещении судна в море с учетом решаемых им задач и влияния внешней среды на направление и скорость судна.

Данная наука имеет непосредственное отношение к яхтенному судовождению, к действиям яхтсменов при участии в парусных регатах и соревнованиях либо в дальних спортивных плаваниях. Для рулевых и капитанов яхт важны все перечисленные аспекты морской навигации, но особое значение приобретает влияние внешней среды, поскольку безопасность яхты и ее экипажа в значительной мере зависит от воздействия внешних факторов.

В этой работе не предусматривалась полная трактовка морской навигации как науки. Труд не является учебником или справочником, это учебное пособие, предназначенное для подготовки яхтсменов. По этой причине в учебном пособии рассматриваются аспекты навигации только применительно к яхтенной специфике; не находит отражения ряд важных для судоводителя вопросов, таких, например, как использование гирокомпаса, уничтожение девиации магнитного компаса и др. Предпринята попытка показать возможности новых технических средств навигации, которые находят применение на яхтах в настоящее время.

Хотелось бы надеяться на то, что данное учебное пособие окажется полезным и сыграет позитивную роль в повышении качества подготовки яхтсменов и, особенно, в их самостоятельной работе над изучаемыми проблемами.

# **1. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

### 1.1. Форма и размеры Земли. Модели Земли, используемые в судовождении

Планета Земля имеет уникальную форму, называемую геоидом, что в переводе с греческого означает «землеподобный». Плотность масс Земли в ее толще распределена крайне неравномерно, поэтому уровенная поверхность Земли (воображаемая поверхность, которую можно представить как продолжение поверхности вод Мирового океана над всеми материками) образует сложное трехмерное тело — геоид, не поддающийся какому-либо математическому описанию. Это обстоятельство затрудняет обработку навигационных измерений на поверхности Земли, поэтому для решения задач морской навигации геоид заменяют его моделью — эллипсоидом вращения, то есть фигурой, полученной в результате вращения эллипса вокруг его малой оси. При этом используют следующие условия аппроксимации:

- объем эллипсоида предполагается равным объему геоида;
- большая полуось эллипсоида  $a$  совпадает с плоскостью экватора геоида;
- малая полуось  $b$  направлена по оси вращения Земли.

В различные годы в разных странах были разработаны земные эллипсоиды, поверхности которых максимально совпадали с поверхностью вод Мирового океана в конкретных его районах. Такие эллипсоиды получили название референц-эллипсоидов и явились геодезической основой для создаваемых морских карт.

В России в качестве референц-эллипсоида был принят референц-эллипсоид Ф. Н. Красовского, разработанный им в 1946 г. и использовавшийся до настоящего времени для создания морских навигационных карт. Он имеет следующие параметры: большая полуось  $a = 6\,378\,245$  м, малая полуось  $b = 6\,356\,863$  м, полярное сжатие  $\alpha = (a-b)/a = 1:298,3$ .

Для решения специальных навигационных задач, например, определения места судна с помощью спутниковых радионавигационных систем и создания морских карт, используют референц-эллипсоид, имеющий международный статус. В настоящее время таким референц-эллипсоидом является модель WGS-84 (США, 1984 г., World Geodetic System), представляющая собой разработанный с использованием спутниковых наблюдений Земли международный общеземной усредненный референц-эллипсоид, имеющий следующие параметры: большая полуось  $a = 6\,378\,137$  м, полярное сжатие  $\alpha = 1 : 298,257$ .

Координаты одних и тех же объектов на картах, составленных по различным референц-эллипсоидам, не совпадают, поэтому требуется использование поправок по широте и долготе, указываемых в заголовке карты. Кроме того, если карты составлены в разных странах, то переход с одной карты на другую осуществляется не по географическим координатам, а по пеленгу и дистанции относительно нанесенного на карты навигационного ориентира.

За модель геоида может быть принята и более простая геометрическая фигура — сфера (шар). Погрешности перехода от геоида к шару при решении ряда навигационных задач можно считать пренебрежимо малыми. При условии равенства объема земного шара объему референц-эллипсоида Красовского радиус земной сферы составляет  $6\,371\,110$  м.

Таким образом, в зависимости от требуемой точности решения задач навигации Земля принимается за референц-эллипсоид (высокая степень приближения) или за сферу (более низкая степень приближения).

## 1.2. Основные точки, линии и плоскости наблюдателя на земной поверхности

Для определения положения судна на поверхности Мирового океана используют следующие условные точки, линии и плоскости (рис. 1).

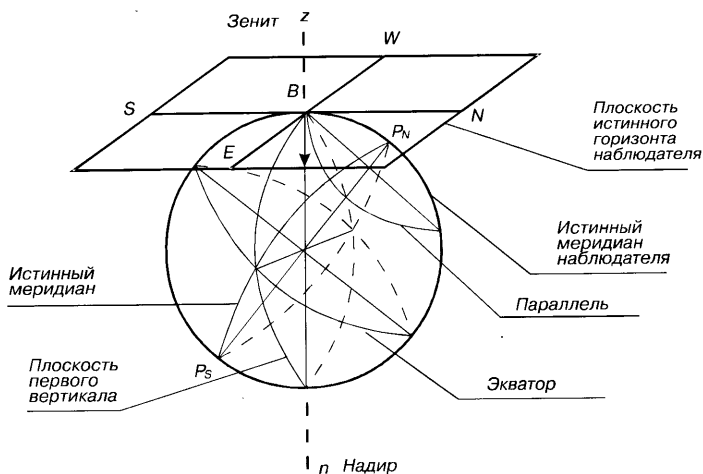


Рисунок 1. Основные линии и плоскости наблюдателя

*Земная ось* — воображаемая линия, вокруг которой происходит суточное вращение Земли. Эта ось совпадает с малой осью земного референц-эллипсоида.

Земная ось пересекает поверхность Земли в двух точках, называемых географическими полюсами ( $P_N$  и  $P_S$ ). Полюс, со стороны которого вращение Земли усматривается против часовой стрелки, называют северным, его антипод — южным географическим полюсом. Географические полюса называют также истинными.

При пересечении сфероида плоскостями, перпендикулярными оси вращения Земли, на ее поверхности образуются окружности, называемые параллелями. Самой большой параллелью является экватор — параллель, плоскость которой проходит через центр Земли. Следует отметить, что любая плоскость, проходящая через центр земного шара, на его поверхности образует условную линию, называемую дугой большого круга. Если плоскость не проходит через центр Земли, то эта условная линия является дугой малого круга. Следовательно, в семейст-

ве параллелей экватор является дугой большого круга, остальные параллели представляют собой дуги малого круга.

При пересечении Земли плоскостями, проходящими через земную ось, на поверхности земного сфероида образуются «следы», называемые географическими или истинными меридианами, из множества которых следует выделить два — гринвичский (нулевой) меридиан и меридиан наблюдателя. Гринвичский меридиан получил название от Гринвичской обсерватории, расположенной в пригороде Лондона. Меридиан, проходящий через место наблюдателя, называется истинным меридианом наблюдателя.

*Вертикальная или отвесная линия* — это прямая, совпадающая с направлением силы тяжести в данной точке. Другими словами — это прямая, перпендикулярная поверхности Земли и направленная в ее центр.

*Зенит наблюдателя* — точка пересечения отвесной линии с воображаемой небесной сферой. Противоположная точка называется надиром.

*Плоскость истинного горизонта наблюдателя* — это горизонтальная плоскость, проходящая через место наблюдателя перпендикулярно отвесной линии.

*Полуденная линия* — воображаемая линия на плоскости истинного горизонта наблюдателя, образованная в результате ее пересечения с истинным меридианом наблюдателя. Эта линия соответствует направлению «север-юг» в месте наблюдателя (линия N—S).

*Вертикальные плоскости* — это плоскости, которые проходят через отвесную линию. Плоскость первого вертикала, перпендикулярная плоскости истинного меридиана наблюдателя, образует на плоскости истинного горизонта наблюдателя воображаемую линию «восток-запад» (линия E—W). Линии N—S и E—W представляют собой главные направления (румбы).

### 1.3. Деление истинного горизонта на градусы, румбы и четверти

Определение направлений в море в плоскости истинного горизонта наблюдателя может быть осуществлено в круговой, полукруговой и четвертной системах.

В круговой системе направления отсчитывают от северной части истинного меридиана от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  по часовой стрелке.

Разновидностью круговой системы счета направлений (рис. 2) является румбовая система, сохранившаяся от эпохи парусного флота и определяющая понятие «румб». Один румб составляет  $1/32$  картушки компаса ( $360^\circ$ ) и, таким образом, равен  $11,25^\circ$ . Сейчас термин «румб» чаще всего является синонимом понятия «направление». В этом смысле в штурманской практике используются (преимущественно для обозначения направ-

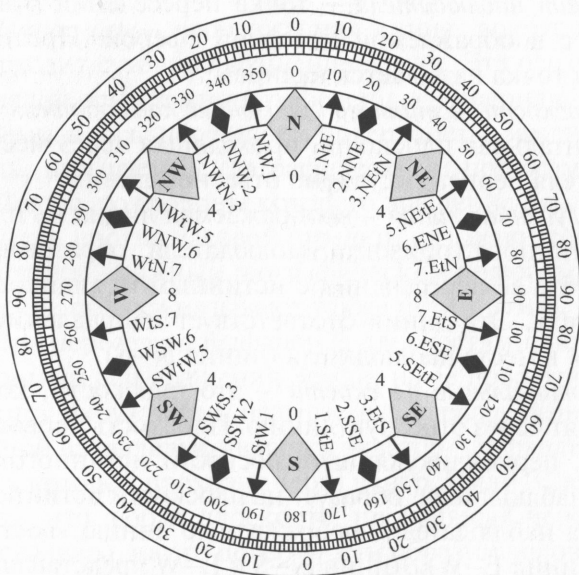


Рисунок 2. Картушка магнитного компаса. Круговая система счета направлений

ления ветра) главные румбы N — 0°, E — 90°, S — 180° и W — 270°, четвертные румбы NE — 45°, SE — 135°, SW — 225° и NW — 315°, трехбуквенные румбы NNE — 22,5°, ENE — 67,5°, ESE — 112,5°, SSE — 157,5°, SSW — 202,5°, WSW — 247,5°, WNW — 292,5°, NNW — 337,5°. В названия остальных 16 румбов, называемых промежуточными, входит голландская приставка «*тень*» — синоним предлога «*к*», означающая смещение от определенного направления на один румб. Например, NtW читается «*норд-тень-вест*», означает смещение от норда к весту на один румб и соответствует направлению 348,75° в круговой системе счета направлений.

Кроме круговой системы существуют полукруговая и четвертная системы счета направлений, используемые, в основном, в морской астронавигации (мореходной астрономии).

В полукруговой системе направления определяют от северной или южной части истинного меридиана наблюдателя к востоку или западу. Для исключения неопределенности указывают наименования части истинного меридиана наблюдателя (N или S) и сторону увеличения отсчета (E или W), например, N70°W или S30°E.

Кроме этого, в полукруговой системе определяют курсовые углы — направления на ориентиры или цели относительно диаметральной плоскости судна (от 0° до 180° с указанием наименования борта судна).

Главные румбы делят плоскость истинного горизонта на 4 четверти, которые определяют четвертную систему счета направлений. В этой системе счет направлений осуществляется от северной или южной части меридиана наблюдателя в сторону востока или запада. Для исключения неопределенности наряду с величиной угла указывается наименование четверти, в которой находится данное направление, например, NW55°, SE 32°.

### 1.4. Счет направлений в море относительно истинного меридиана и диаметральной плоскости судна

Географическая система счета направлений (относительно северной части истинного меридиана наблюдателя) определяет два основных понятия в судовождении — истинный курс и истинный пеленг (рис. 3).

*Истинный курс* — это угол в плоскости истинного горизонта между северной частью истинного меридиана наблюдателя и диаметральной плоскостью судна (здесь и далее — по направлению «корма — нос»). Курс измеряется в круговой системе счета от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

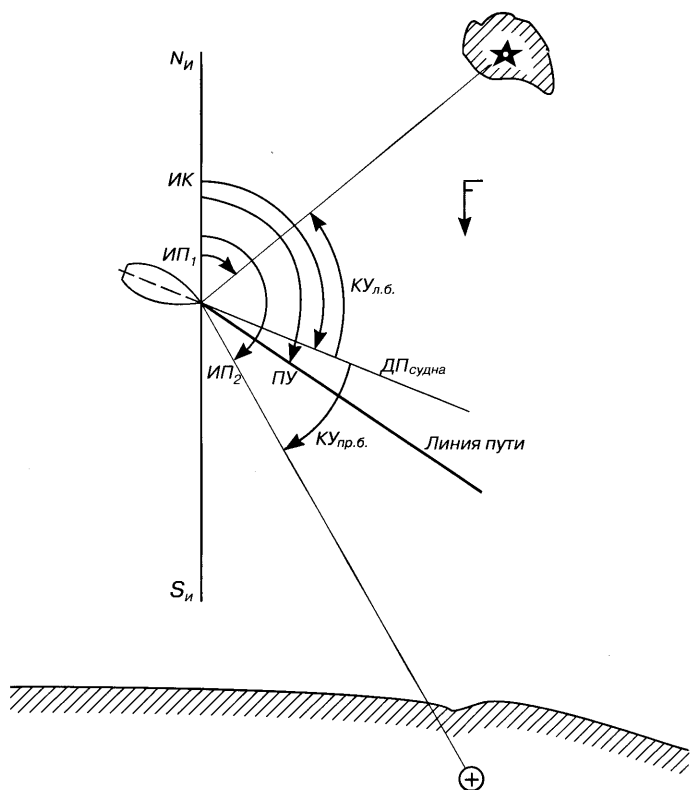


Рисунок 3. Истинные направления

*Истинный пеленг* — это угол в плоскости истинного горизонта между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением на ориентир (судно, объект). Пеленг измеряется в круговой системе счета направлений от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

К истинному направлению относится также путевой угол, представляющий собой угол между северной частью истинного меридиана и направлением фактического перемещения судна в условиях воздействия внешних факторов (ветра и течения).

*Курсовой угол* — это угол между диаметральной плоскостью судна и направлением на ориентир (судно, объект). Измеряется, как правило, в полукруговой системе счета направлений от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  правого и левого борта.

Иногда курсовой угол измеряют в круговой системе счета направлений от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  по часовой стрелке от диаметральной плоскости судна, называя при этом курсовой угол относительным пеленгом. Такая практика, например, имеет место при использовании радиолокационных станций на иностранных судах.

Взаимосвязь между истинным пеленгом, курсом и курсовым углом выражается формулой  $ИП = ИК + КУ$ , при этом курсовой угол имеет знак «+» или «-» («+» при КУ пр.б., «-» при КУ л.б.).

Если при расчете курсового угла по формуле  $КУ = ИП - ИК$  его значение превышает  $180^\circ$ , то величина угла принимается равной дополнению до  $360^\circ$ , а его наименование меняется на противоположное.

Истинный пеленг может быть прямым или обратным (ОИП). Прямой истинный пеленг соответствует направлению с судна на ориентир (судно, объект), обратный — противоположному направлению. Разность между прямым и обратным истинным пеленгом составляет  $180^\circ$ , фактически это одна и та же линия.

Если курсовой угол на ориентир (судно, объект) составляет  $90^\circ$ , то такое направление относительно диаметральной плоскости судна является траверзным. При пла-

вании в стесненных условиях, например, в проливах, часто повороты судна на новый курс выполняются на траверзах навигационных ориентиров. Перед прокладкой траверзного направления на морской навигационной карте его рассчитывают по формуле  $ИП_{\perp} = ИК \pm 90^{\circ}$  (знак «+» соответствует курсовому углу правого борта, «—» — левого борта).

### Примеры

1. Определить ИП на ориентир, если ИК яхты равен  $65^{\circ}$ , а КУ составляет  $30^{\circ}$  пр. б.  
 $ИП = ИК + КУ$  («+» при КУ пр. б., «—» при КУ л. б.).  
 $ИП = 65^{\circ} + 30^{\circ} = 95^{\circ}$ .
2. Определить ИП, если  $ИК = 30^{\circ}$ ,  $КУ = 125^{\circ}$  л. б.  
 $ИП = 30^{\circ} + (-125^{\circ}) = 30^{\circ} - 125^{\circ} = 30^{\circ} - 125^{\circ} + 360^{\circ} = 360^{\circ} - 95^{\circ} = 265^{\circ}$ .
3. Определить КУ, если  $ИК = 170^{\circ}$ ,  $ИП = 45^{\circ}$ .  
 $КУ = ИП - ИК$ .  $КУ = 45^{\circ} - 170^{\circ} = 125^{\circ}$  л. б.
4. Определить КУ, если  $ИП = 270^{\circ}$ ,  $ИК = 220^{\circ}$ .  $КУ = 270^{\circ} - 220^{\circ} = 50^{\circ}$  пр. б.
5. Определить траверзное направление (пеленг) на маяк, если  $ИК = 100^{\circ}$ , а маяк находится с левого борта.  
 $ИП_{\perp} = ИК - 90^{\circ}$ .  $ИП_{\perp} = 100^{\circ} - 90^{\circ} = 10^{\circ}$ .
6. Определить истинный пеленг траверза, если  $ИК = 340^{\circ}$ , а маяк находится с правого борта.  
 $ИП_{\perp} = ИК + 90^{\circ}$ .  $ИП_{\perp} = 340^{\circ} + 90^{\circ} = 70^{\circ}$ .

## 1.5. Географические и полярные координаты. Разность широт и разность долгот

Положение судна на поверхности Мирового океана или иных объектов на земной поверхности определяется двумя координатами. В судовождении используются географическая, квазигеографическая, прямоугольная и полярная система координат. Отметим, что квазигеографическая система координат используется для составления карт для районов высоких широт (приполюсных районов), прямоугольная — для составления топографических карт. Подробнее остановимся на географической и полярной системах координат (рис. 4).

*Географическая система координат* — это основная система, применяемая в судовождении. Координатными

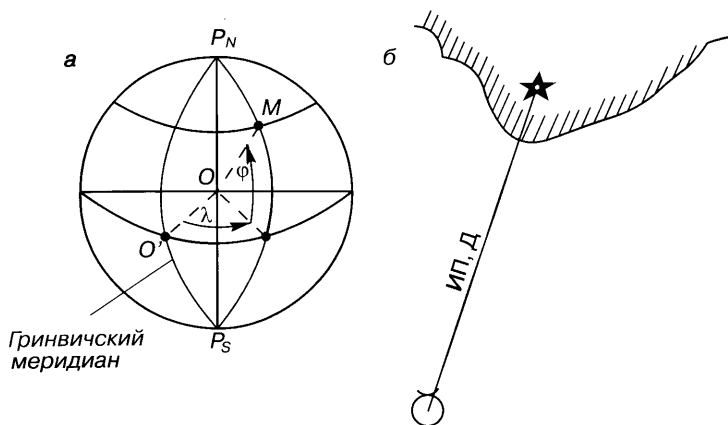


Рисунок 4. Координаты судна: а — географические;  
б — полярные

плоскостями этой системы являются гринвичский меридиан и экватор, координатными линиями — параллели и меридианы, координатами — широта и долгота.

*Географической широтой*  $\varphi$  называется угол между вертикальной (отвесной) линией в месте наблюдателя и плоскостью экватора. Широта измеряется дугой меридиана от экватора до параллели данной точки, имеет пределы изменений  $0^\circ - 90^\circ$  и наименования N или S. Плоскость экватора, таким образом, делит земной шар на два полушария — северное и южное.

*Географической долготой*  $\lambda$  называется двугранный угол между плоскостью гринвичского меридиана и плоскостью истинного меридиана наблюдателя. Долгота измеряется дугой экватора от нулевого (гринвичского) меридиана до меридиана данной точки, имеет пределы изменений  $0^\circ - 180^\circ$  и наименования E или W. Следовательно, гринвичский меридиан делит земной шар на два полушария — восточное и западное.

*В полярной системе координат* положение точки на земной поверхности или на карте определяется по истинному пеленгу и расстоянию относительно другой

точки, географические координаты которой известны. Полярные координаты используются, например, для назначения точки постановки судна на якорь по пеленгу и дистанции относительно береговой РЛС или навигационного ориентира, при переходе с одной карты на другую, при решении задач расхождения с применением маневренного планшета.

Перемещение судна на поверхности мирового океана сопровождается изменением координат в любой координатной системе. В штурманской практике чаще всего используется географическая система координат — широта и долгота. Их изменения (иногда говорят — приращения) — это разности широт и разности долгот (рис. 5).

*Разностью широт (РШ)* называют дугу меридиана, заключенную между параллелями  $\varphi_2$  точки прихода и  $\varphi_1$  точки отхода и определяемую по формуле  $РШ = \varphi_2 - \varphi_1$ .

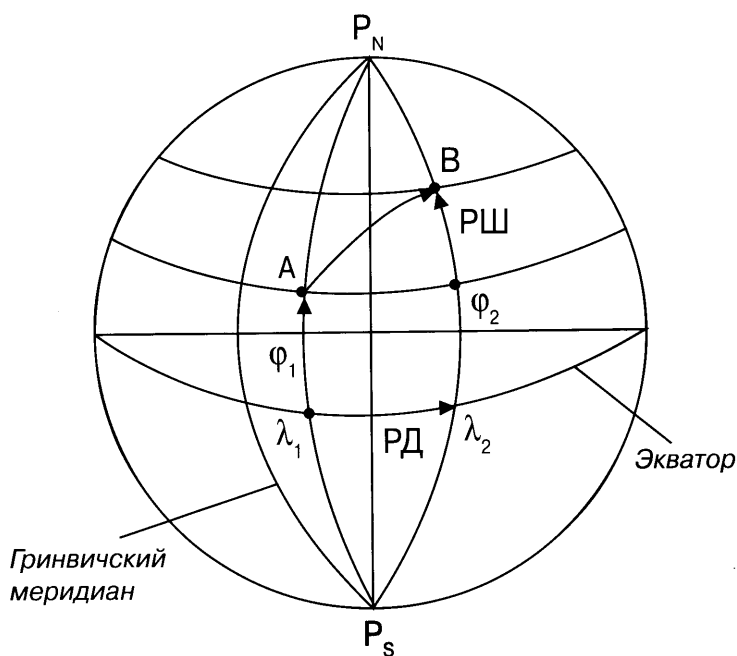


Рисунок 5. Разность широт и разность долгот

Разность широт изменяется в пределах  $0-180^\circ$  и имеет наименования «к N» или «к S», которым соответствуют знаки «+» или «-».

Разностью долгот (РД) называют наименьшую дугу экватора, заключенную между меридианами  $\lambda_2$  точки прихода и  $\lambda_1$  точки отхода и рассчитываемую по формуле  $РД = \lambda_2 - \lambda_1$ .

Разность долгот изменяется в пределах  $0-180^\circ$  и имеет наименования «к E» или «к W» (соответственно — знаки «+» или «-»).

Наименования разности широт и разности долгот легко определить по морской навигационной карте, оценивая направление движения судна. Значения РШ и РД рассчитывают «по-штурмански», «столбиком» по приведенным выше алгебраическим формулам.

Если при расчетах РД превысила  $180^\circ$ , то необходимо взять ее дополнение до  $360^\circ$  и изменить наименование разности долгот.

### Примеры

- Судно вышло из пункта с координатами  $\varphi_1 = 59^\circ 54,8' \text{ N}$ ;  $\lambda_1 = 29^\circ 27,8' \text{ E}$  и прибыло в пункт с координатами  $\varphi_2 = 56^\circ 32,7' \text{ N}$ ;  $\lambda_2 = 16^\circ 37,6' \text{ E}$ . Определить РШ и РД.
 

|                                              |                                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| $\varphi_2 = 56^\circ 32,7' \text{ N (+)}$   | $\lambda_2 = 16^\circ 37,6' \text{ E (+)}$   |
| $- \varphi_1 = 59^\circ 54,8' \text{ N (+)}$ | $- \lambda_1 = 29^\circ 27,8' \text{ E (+)}$ |
| <hr/>                                        | <hr/>                                        |
| РШ = $-3^\circ 22,1'$                        | РД = $-12^\circ 50,2'$                       |
| РШ = $3^\circ 22,1 \text{ к S}$              | РД = $12^\circ 50,2' \text{ к W}$            |

- Судно совершило переход из точки с координатами  $\varphi_1 = 15^\circ 27,4' \text{ S}$ ;  $\lambda_1 = 168^\circ 57,4' \text{ W}$  в точку с координатами  $\varphi_2 = 32^\circ 51,2' \text{ N}$ ;  $\lambda_2 = 148^\circ 28,8' \text{ E}$ .  
Определить РШ и РД.
 

|                                              |                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| $\varphi_2 = 32^\circ 51,2' \text{ N (+)}$   | $\lambda_2 = 148^\circ 28,8' \text{ E (+)}$          |
| $- \varphi_1 = 15^\circ 27,4' \text{ S (-)}$ | $- \lambda_1 = 168^\circ 57,4' \text{ W (-)}$        |
| <hr/>                                        | <hr/>                                                |
| РШ = $+48^\circ 18,6'$                       | РД = $+317^\circ 26,2'$                              |
| РШ = $48^\circ 18,6' \text{ к N}$            | РД = $360^\circ - 317^\circ 26,2' = +42^\circ 33,8'$ |
|                                              | РД = $42^\circ 33,8' \text{ к W}$                    |

## **2. ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ И СКОРОСТИ. ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ ГОРИЗОНТА И НАВИГАЦИОННЫХ ОРИЕНТИРОВ**

## 2.1. Морские меры длины и скорости

В качестве единицы длины в морской навигации принята миля, соответствующая одной минуте меридиана и равная 1852,3 м. Одна десятая часть мили называется кабельтовым, равным 185 м. За единицу скорости принят узел, равный одной миле в час. Если скорость судна равна 12 узлам, то оно проходит в течение часа 12 миль. Понятие «узел» пришло к нам из эпохи парусного флота. Скорость судна измерялась по длине вытравленного за борт лаглиня, разделенного узелками на части, равные 1/120 мили, и соответствовала количеству узелков, «ушедших за борт» в течение 30 с.

Иногда необходимо скорость судна в узлах перевести в скорость в кабельтовых в минуту. Такой перевод выполняется по формуле

$$V_{\text{каб/мин}} = V_{\text{уз/6}}.$$

При расчетах, связанных со скоростью ветра, используется единица скорости м/с. 1 м/с=2 уз; 1 уз=0,5 м/с.

В США, Великобритании и некоторых других странах используются следующие единицы длины:

- дюйм — 2,54 см, применяется для обозначения габаритов электронных средств навигации (экранов РЛС, приемоиндикаторов спутниковой радионавигационной системы, электронных карт и т.п.);
- фут — 30,48 см, применяется для обозначения высот, малых глубин и осадки судна;
- ярд — 91,44 см (3 фута), применяется для измерения небольших расстояний;
- сажень — 1,828 м (6 футов), применяется для обозначения глубин.

## 2.2. Дальности видимости горизонта и навигационных ориентиров

С борта судна судоводитель видит определенную акваторию, ограниченную окружностью видимого горизонта. Радиус этой окружности называется *дальностью*

видимости горизонта, которая может быть рассчитана в милях по формуле

$$D_z = 2,08 \sqrt{e}.$$

где  $e$  — высота глаза наблюдателя, м.

Для экипажа яхты дальность видимости горизонта ограничена из-за небольшой высоты глаза наблюдателя. Если эта высота равна 2 м, то дальность видимости горизонта составляет около 3 миль, при высоте 3 м — 3,6 мили.

Коэффициент 2,08 рассчитан для нормальных условий видимости (коэффициент земной рефракции равен 0,16, радиус земного шара составляет 3438 миль). В условиях повышенной рефракции, когда слой теплого воздуха находится над относительно холодной поверхностью воды, зрительный луч способен в большей степени огибать земную поверхность; тогда дальность видимости горизонта увеличивается. В условиях пониженной рефракции (субрефракции), когда слой холодного воздуха проходит над относительно теплой поверхностью воды, на некоторой высоте плотность воздуха значительно увеличивается, вследствие чего зрительный луч изгибается в сторону водной поверхности и дальность видимости горизонта уменьшается (рис. 6).

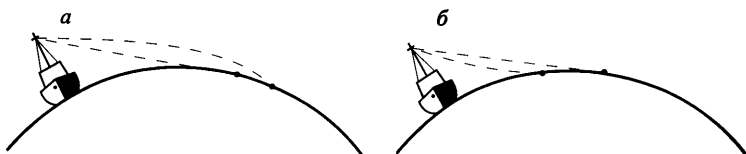


Рисунок 6. Дальность видимости горизонта: а — рефракция; б — субрефракция

Дальность видимости навигационных ориентиров зависит от их высоты, а также от высоты глаза наблюдателя. Эта дальность может быть определена двумя способами (рис. 7):

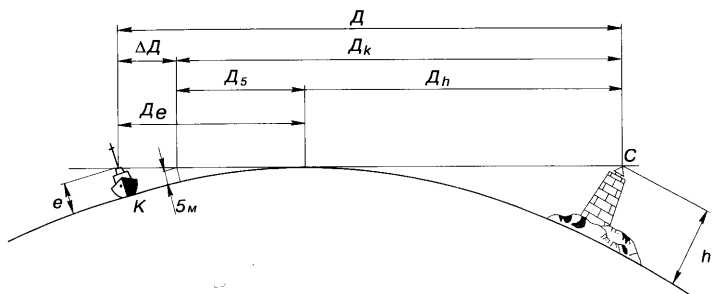


Рисунок 7. Дальность видимости навигационного ориентира

— по высоте навигационного ориентира, которая может быть получена из пособия «Огни и знаки» или «Огни», по формуле

$$D = 2,08 (\sqrt{e} + \sqrt{h}).$$

где  $h$  — высота ориентира, м;

— по дальности видимости навигационного ориентира с высоты глаза наблюдателя 5 м, приведенной на морской навигационной карте ( $D_k$ ), по формулам:

$$D = D_k + \Delta D; \Delta D = 2,08 \sqrt{e} - 2,08 \sqrt{5} = 2,08 \sqrt{e} - 4,7 \text{ (мили)}.$$

Для яхты поправка  $\Delta D$  имеет отрицательное значение и составляет при высоте глаза наблюдателя 2 м — 1,7 мили, при высоте глаза наблюдателя 3 м — 1,1 мили.

Приведенные выше формулы дальности видимости (открытия или закрытия) навигационных ориентиров позволяют рассчитать географическую или геометрическую дальность. Наряду с этим, существует понятие оптической дальности видимости навигационного ориентира. Эта дальность в дневное время зависит от контраста между наблюдаемым объектом и фоном местности, в ночное время — от силы света навигационного ориентира и метеорологической видимости.

При расчете географической дальности прозрачность атмосферы не учитывалась, то есть принималась

равной 1. В реальных условиях прозрачность атмосферы всегда меньше 1. Значит, географическая дальность — это теоретический максимум, которого в действительности дальность видимости навигационных ориентиров не достигает, за исключением аномальных случаев.

### Примеры

1. Рассчитать дальность видимости горизонта, если высота глаза наблюдателя на яхте составляет 3,5 м.  
 $D_r = 2,08 \sqrt{e}$ .  $D_r = 2,08 \sqrt{3,5} = 3,89$  (мили).
2. Определить дальность видимости (открытия или закрытия) маяка, если его высота над уровнем моря составляет 75 м, а высота глаза наблюдателя — 3 м.  
 $D = 2,08 (\sqrt{e} + \sqrt{h})$ .  $D = 2,08 (\sqrt{3} + \sqrt{75}) = 2,08 (1,73 + 8,66) = 2,08 \cdot 10,39 = 21,6$  (мили).
3. Рассчитать, на каком расстоянии откроется маяк, если на карте указана его дальность видимости 17,8 мили, а высота глаза наблюдателя на шлюпке 1 м.  
 $D = D_k + \Delta D$ .  $D = 2,08 \sqrt{e - 4,7}$ .  
 $D = 2,08 \sqrt{1 - 4,7} = 2,08 - 4,7 = -2,6$ .  $D = 17,8 - 2,6 = 15,2$  (мили).

### **3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА ЯХТАХ НАВИГАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

### 3.1. Магнитные компасы

#### *Принцип работы магнитного компаса*

На современных судах и боевых кораблях магнитные компасы являются резервными, на яхтах — основными курсоуказателями. Достоинствами магнитных компасов являются их надежность, независимость от источников электропитания и простота использования, а также небольшие габариты.

Принцип работы магнитных компасов основан на использовании свойства магнитной стрелки или системы таких стрелок (картушки) устанавливаться по направлению силовых линий магнитного поля Земли, то есть по направлению магнитного меридиана.

Магнитные полюса Земли не совпадают с географическими полюсами, поэтому направление магнитного меридиана не совпадает с направлением географического (истинного) меридиана.

Угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и магнитного меридианов называется магнитным склонением и обозначается буквой *d*. Магнитное склонение измеряется в полуциркулярной системе счета направлений в сторону *Е* или *W* и имеет пределы изменений от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . Восточному магнитному склонению при расчетах приписывается знак «+», западному — «-».

Магнитное склонение с течением времени изменяется, поскольку изменяется положение северного и южного магнитных полюсов Земли. Величины магнитного склонения и его годового изменения указаны на морских навигационных картах. В отношении годового изменения магнитного склонения могут быть использованы две формулировки: изменение к *Е* или к *W*; увеличение или уменьшение (в этом случае имеется в виду увеличение или уменьшение по абсолютной величине, то есть — независимо от наименования).

При пользовании морской навигационной картой

необходимо магнитное склонение привести к году плавания. Для этого следует к указанному в заголовке или на поле карты магнитному склонению прибавить поправку, равную годовому изменению магнитного склонения, умноженному на количество прошедших лет. Таким образом, приведенное к году плавания магнитное склонение рассчитывают по формуле

$$d_{np} = d_k + \Delta d N,$$

где  $d_k$  — указанное на карте магнитное склонение;

$\Delta d$  — годовое изменение магнитного склонения;

$N$  — количество лет, прошедших после года, к которому относится  $d_k$ .

При расчете магнитного склонения судоводитель или яхтсмен должен четко представлять, как оно изменялось с течением времени относительно истинного меридиана.

На картушку магнитного компаса действует не только магнитное поле Земли, но и магнитное поле судна или яхты. Вследствие этого влияния картушка компаса отклоняется от направления магнитного меридиана и устанавливается по направлению, которое принято называть компасным меридианом. Угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью магнитного и компасного меридианов называется девиацией магнитного компаса и обозначается буквой  $\delta$  (греческая буква «дельта»). Девиация магнитного компаса измеряется в полукруговой системе счета направлений, имеет знак «+» или «—» и пределы изменений от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . Поскольку магнитное состояние судна зависит от его положения в магнитном поле Земли, то девиация магнитного компаса находится в зависимости от курса судна и широты его плавания.

На судах магнитные компасы устанавливают на нактоузах, внутри которых монтируется девиационный прибор с магнитами-уничтожителями. С помощью этих специальных магнитов, а также брусьев так называемо-

го мягкого железа выполняют уничтожение девиации, то есть ее уменьшение до минимального уровня. Остаточное значение девиации сводят в таблицу девиации, входным аргументом в которой является компасный или, в крайнем случае, магнитный курс. Курсы в таблице для удобства интерполяции приведены с интервалом  $10^\circ$ .

Сумма приведенного в году плавания магнитного склонения и девиации магнитного компаса представляет собой поправку магнитного компаса, которую рассчитывают по формуле

$$\Delta MK = d_{np} + \delta.$$

Эта сумма является алгебраической, то есть каждое из слагаемых имеет свой знак. Поправку магнитного компаса определяют при каждом изменении курса судна, поскольку при этом изменяется девиация магнитного компаса.

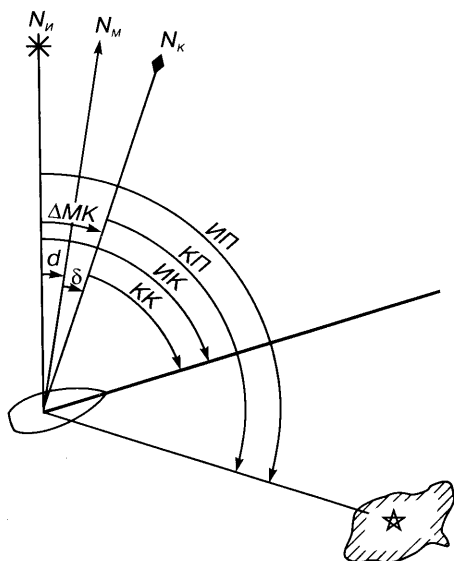


Рисунок 8. Поправка магнитного компаса

Поправка магнитного компаса также представляет собой разность между истинными и компасными направлениями:

$$\Delta MK = IK - KK; \Delta MK = ИП - КП.$$

Кроме того, поправка магнитного компаса (рис. 8) используется в следующих случаях:

– для исправления курсов и пеленгов:

$$ИК = KK + \Delta MK; ИП = КП + \Delta MK;$$

– для перевода курсов и пеленгов:

$$KK = IK - \Delta MK; КП = ИП - \Delta MK.$$

### Примеры

1. Привести магнитное склонение к 2004 году, если указанное на карте магнитное склонение на 1987 г. составляет  $8,5^\circ W$ , а его годовое изменение равно  $0,02^\circ$  к Е.

$$d_{пр} = d_k + \Delta dN. \quad d_{пр} = 8,5^\circ W - 0,02^\circ \cdot 17 = 8,5^\circ W - 0,34^\circ = 8,2^\circ W.$$

2. Указанное на карте магнитное склонение на 1990 г. составляет  $9,8^\circ E$ , а его годовое увеличение равно  $0,1^\circ$ . Привести магнитное склонение к 2005 г.

$$d_{пр} = 9,8^\circ E + 0,1^\circ \cdot 15 = 9,8^\circ E + 1,5^\circ = 11,3^\circ E.$$

3. Определить поправку магнитного компаса, если приведенное к году плавания магнитное склонение составляет  $5,1^\circ W$ , а полученное из таблицы девиации магнитного компаса значение девиации равно  $-1,7^\circ$ .

$$\Delta MK = d_{пр} + \delta. \quad \Delta MK = 5,1^\circ W - 1,7^\circ = -6,8^\circ. \text{ Для яхтенного магнитного компаса значение его поправки округляем до } 1^\circ. MK = -7^\circ.$$

4. Рассчитать ИК, если  $KK = 50^\circ$ , магнитное склонение на карте на 1987 г. составляет  $10^\circ W$ , годовое увеличение  $0,02^\circ$ . Плавание в 2005 г. Девиация магнитного компаса для  $KK = 50^\circ$  составляет  $0^\circ$ .  $ИК = KK + \Delta MK$ .  $\Delta MK = d_{пр} + \delta$ .

$$d_{пр} = 10^\circ W + 0,02^\circ \cdot 18 = 10^\circ W + 0,36^\circ = 10,4^\circ W. \quad \Delta MK = 10,4^\circ W + 0^\circ = -10^\circ \text{ (поправка МК округлена до } 1^\circ). \quad ИК = 50^\circ - 10^\circ = 40^\circ.$$

5. Рассчитать для прокладки на морской навигационной карте ОИП от маяка, если  $KK = 285^\circ$ , магнитное склонение на 1995 г.  $5,6^\circ W$ , его годовое изменение  $0,03^\circ$  к Е, плавание в 2005 г. С помощью ручного компаса для пеленгования получен  $ОКП = 165^\circ$ , из таблицы девиации  $\delta = +4,4^\circ$ .

$$\Delta MK = d_{пр} + \delta. \quad \Delta MK = 5,6^\circ W - 0,03^\circ \cdot 10 + 4,4^\circ = -0,9^\circ. \quad \Delta MK = -1^\circ. \quad ОИП = ОКП + \Delta MK. \quad ОИП = 165^\circ - 1^\circ = 164^\circ.$$

6. Яхта должна выйти из бухты по фарватеру, направление которого  $40^\circ$ , при отсутствии ветра и течения с использованием подвесного мотора. Магнитное склонение на карте приведено к 1987 г. и равно  $10^\circ$  E, годовое увеличение  $0,02^\circ$ . Плавание в 2005 г.  $\delta = +0,5^\circ$ . Рассчитать КК.  $\Delta MK = 10^\circ \text{ E} + 0,02^\circ \cdot 18 + 0,5^\circ = +11^\circ$ .  $KK = IK - \Delta MK = 40^\circ - 11^\circ = 29^\circ$ .

#### *Яхтенные магнитные компасы и их использование*

На яхтах используются магнитные компасы, которые в соответствии с предназначением могут быть разделены на три группы:

- главные магнитные компасы. Позволяют выполнять пеленгование навигационных ориентиров. Устанавливаются на крейсерских яхтах. На яхтах меньшего водоизмещения не применяются;

- путевые магнитные компасы. Дают возможность рулевому удерживать яхту на заданном компасном курсе. Обычно бывают съемными, устанавливаются в кокпите перед рулевым;

- ручные компасы для пеленгования. Предназначены для определения компасных направлений на навигационные ориентиры.

По конструктивным особенностям яхтенные путевые компасы также можно разделить на три группы:

- компасы с плоской верхней частью. Такие компасы должны иметь кардановую подвеску магнитного котелка (подвеску в кардановых кольцах), должны устанавливаться на горизонтальной плоскости;

- компасы с куполообразной верхней частью. Компасы этой группы не требуют кардановой подвески, могут быть установлены на горизонтальной плоскости на нактоузе или без него;

- компасы с куполообразной верхней частью и двойной градуировкой — на картушке и ее боковой грани. Эти компасы могут устанавливаться как на горизонтальной, так и на вертикальной плоскости, например, на переборке кокпита.

Яхтенные магнитные компасы, как правило, имеют цену деления картушки  $5^\circ$ . Путевые компасы устанавливают в диаметральной плоскости яхты и ориентируют таким образом, чтобы  $0^\circ$  азимутального кольца был обращен к носу, а  $180^\circ$  — к корме.

Ручные компасы для пеленгования имеют различные разновидности. Компасы с пеленгаторными устройствами при пеленговании держат на расстоянии вытянутой руки, оптические пеленгаторы подносят к глазу. Существуют также компасы, которые называют командирскими; такие компасы в штатном креплении используются как путевые, а вне этого крепления — как ручные компасы для пеленгования.

Измерив с помощью ручного компаса для пеленгования два или три обратных компасных пеленга относительно навигационных ориентиров и исправив их поправкой магнитного компаса, яхтсмен прокладывает обратные истинные пеленги на карте и получает обсервованную точку яхты.

В последнее время наблюдается тенденция совершенствования яхтенных путевых компасов и ручных компасов для пеленгования. Появились путевые компасы с цифровым электронным отображением курса, компасы, позволяющие осуществлять пеленгование с точностью  $1^\circ$  или имеющие цифровую индикацию компасного пеленга.

### ***Определение девиации магнитного компаса***

Девиация магнитного компаса на яхте имеет некоторые особенности. Во-первых, на яхтах с пластиковыми корпусами значение девиации может быть пренебрежимо мало. Во-вторых, на яхте девиацию, как правило, не уничтожают, а определяют и сводят в таблицу.

Девиацию магнитного компаса, позволяющего выполнять пеленгование навигационных ориентиров (главный магнитный компас, ручной компас для пелен-

гования), определяют на восьми главных и четвертных компасных курсах. На яхте удобно определять девиацию магнитного компаса по пеленгам отдаленного ориентира, используя приемоиндикатор (ПИ) спутниковой радионавигационной системы GPS (подробно использование ПИ GPS изложено в подразделе 3.5).

Известно, что одной из главных функций ПИ GPS является плавание по путевым точкам. В этом режиме на экране приемоиндикатора индицируются истинный пеленг и расстояние до очередной путевой точки. С использованием этой возможности ПИ можно применить следующую методику определения девиации магнитного компаса.

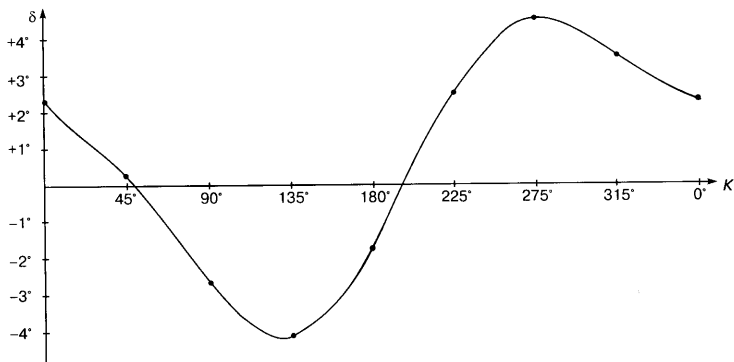
Яхта маневрирует поочередно, в произвольной последовательности, на восьми главных и четвертных компасных кругах ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$  и  $315^\circ$ ) в видимости навигационного ориентира, нанесенного на карту. Таким ориентиром может быть маяк, знак, церковь, заводская труба или водонапорная башня и т.п. Координаты ориентира введены в приемоиндикатор в качестве координат путевой точки. На каждом из курсов осуществляют пеленгование навигационного ориентира, фиксируя одновременно значение истинного пеленга с экрана ПИ GPS. Для исключения промаха такие действия на каждом курсе выполняют не менее трех раз. Истинные пеленги на навигационный ориентир переводят в обратные истинные пеленги. Результаты заносят для последующих расчетов в таблицу, которая может иметь такую форму:

| №<br>п/п | КК        | ОИП | ОМП | ОКП | $\delta_i$ | $\delta$ |
|----------|-----------|-----|-----|-----|------------|----------|
| 1        | $0^\circ$ |     |     |     |            |          |
| 2        |           |     |     |     |            |          |
| 3        |           |     |     |     |            |          |
| ...      |           |     |     |     |            |          |

Схема расчета девиации магнитного компаса:

$$\begin{aligned} \text{ОИП} &= \\ - d_{\text{пр}} &= \\ \overline{\text{ОМП}} &= \\ - \text{ОКП} &= \\ \overline{\delta} &= \end{aligned}$$

В качестве значения девиации магнитного компаса для каждого из восьми компасных курсов принимают среднюю величину по результатам выполнения измерений.



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

Рисунок 9. График и рабочая таблица девиации магнитного компаса

После этого составляют график девиации магнитного компаса, а по этому графику — таблицу девиации с интервалом компасных курсов  $10^\circ$  (рис. 9).

Девиацию магнитного компаса на яхте также можно определить пеленгованием:

- секущего створа или линии двух нанесенных на карте буев;

- отдаленного ориентира (расстояние более 3 миль) при повороте яхты на циркуляции минимального радиуса, вследствие чего считается, что истинный пеленг на ориентир остается постоянным;

- отдаленного ориентира в условиях, когда яхта стоит на якоре либо ошвартована к свае или бую и может разворачиваться каким-либо доступным способом.

В перечисленных условиях пеленгование должно осуществляться на восьми главных и четвертных компасных курсах либо при повороте яхты (без хода) на эти же курсы.

Девиацию путевого магнитного компаса, не позволяющего пеленговать навигационные ориентиры, можно выполнить по сличению с другим компасом, например, «командирским», используя следующие расчеты: по «командирскому» компасу —  $ИК = КК + \Delta МК$ ; по путевому компасу —  $\Delta МК = ИК - КК$ ;  $\delta = \Delta МК - d_{гр}$ .

У яхт с металлическим корпусом проблемы с девиацией магнитного компаса существенны особенно тогда, когда такая яхта в течение длительного времени находится в одном и том же положении (ремонт, зимовка и т. д.). В этом случае корпус яхты намагничивается из-за постоянного влияния магнитного поля Земли, поэтому с началом плавания после перерыва девиацию надо определять заново. Это следует делать также при приеме на яхту металлических грузов и материалов или электрооборудования.

Поправку магнитного компаса и значение его девиации можно уточнить при следовании яхты вдоль берега

путем пеленгования секущего створа, направление которого указано на карте. Для этого необходимо выполнить следующие несложные расчеты:

$$\Delta MK = ОИП - ОКП; \delta = \Delta MK - d_{пр}.$$

### 3.2. Лаги. Определение скорости яхты и пройденного ею расстояния

На яхтах широко используются механические (вертушечные) лаги, устойчиво работающие как в пресной воде озер и водохранилищ, так и в соленой воде моря в условиях прибрежного плавания. Вертушка лага устанавливается в вырезе корпуса яхты, частота вращения вертушки зависит от скорости яхты. Оконечный прибор лага показывает скорость яхты, по показаниям счетчика лага определяют пройденное яхтой расстояние. Понятно, что механический лаг является лагом относительным, поскольку определяет скорость и пройденное расстояние относительно верхнего слоя воды и не может по этой причине учесть влияние течения.

Лаг определяет скорость и пройденное расстояние с определенной погрешностью, которую необходимо компенсировать соответствующей поправкой. Эта поправка выражается в %, может быть положительной или отрицательной и рассчитывается по формуле

$$\Delta L = \frac{S - РОЛ}{РОЛ} 100,$$

где  $S$  — пройденное яхтой расстояние, мили;  
 $РОЛ$  — разность отсчетов лага.

Выполнив преобразование формулы, можно рассчитать пройденное яхтой расстояние:

$$S = РОЛ \left( 1 + \frac{\Delta L}{100} \right).$$

Пользоваться этой формулой для расчета пройденного расстояния неудобно, поэтому множитель, выраженный в скобках, заменяют величиной, называемой

коэффициентом лага; тогда  $S = РОЛ \cdot Кл$ . Коэффициент лага всегда имеет положительное значение и может быть больше или меньше 1.

Перевод поправки лага в коэффициент лага — совершенно простая задача, которая легко может быть решена «в уме»:

|            |      |      |      |   |      |      |      |
|------------|------|------|------|---|------|------|------|
| $\Delta Л$ | -5%  | -3%  | -1%  | 0 | +2%  | +4%  | +6%  |
| Кл         | 0,95 | 0,97 | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,04 | 1,06 |

Таким образом,  $S = РОЛ \cdot Кл$ ;  $РОЛ = S/Кл$ ;  $Кл = S/РОЛ$ .

Относительную скорость яхты можно рассчитать по формуле

$$V_0 = V_{\Delta} Кл,$$

где  $V_{\Delta}$  — лаговая скорость, узлы.

На яхтах также применяются индукционные лаги, работающие только в соленой морской воде. Работа индукционных лагов основана на измерении электродвижущей силы, которая наводится встречным потоком морской воды в магнитном поле, создаваемом специальным электромагнитом. В результате измерения определяется скорость яхты, по скорости — пройденное расстояние.

### Примеры

1. На карте расстояние между секущими створами равно 4,2 мили. В момент пересечения первого створа  $ОЛ_1=68,2$ , второго —  $ОЛ_2=72,2$ . Определить Кл и  $\Delta Л$ .  
 $Кл=S/РОЛ$ .  $Кл=4,2/4=1,05$ .  $\Delta Л=+5\%$ .
2.  $РОЛ=10,4$ . Пройденное по карте расстояние составляет 9,8 мили. Рассчитать Кл и  $\Delta Л$ .  
 $Кл=9,8/10,4=0,94$ .  $\Delta Л=-6\%$ .
3.  $ОЛ_2-ОЛ_1=37,6$ .  $Кл=1,07$ . Рассчитать пройденное яхтой расстояние.  
 $S=37,6 \times 1,07=40,2$  мили.
4. Механический лаг показывает скорость яхты 5,2 узла.  $Кл=0,97$ . Определить относительную скорость яхты.  
 $V_0=V_{\Delta} \cdot Кл=5,2 \times 0,97=5$  уз.

### 3.3. Анемометр. Определение скорости и направления выпельного и истинного ветра

Используемый на яхтах анемометр служит для определения скорости выпельного (кажущегося) ветра и по сути не является навигационным техническим средством, а относится к серии приборов для учета погоды. Тем не менее, учет ветра необходим для судоводителя, а для яхтсмена особенно важен, поскольку парус под влиянием ветра становится движителем яхты.

Выпельный ветер является векторной суммой истинного и курсового ветра. Скорость курсового ветра равна путевой скорости яхты, а его направление противоположно вектору путевой скорости.

Истинный ветер можно определить при стоянке яхты на якоре или нахождении в дрейфе, на ходу — графически (рис. 10) или с помощью ветрочета, который также называют кругом СМО (Севастопольская морская обсерватория). При графическом способе на листе бумаги прокладывают путь яхты, от исходной точки в обратную

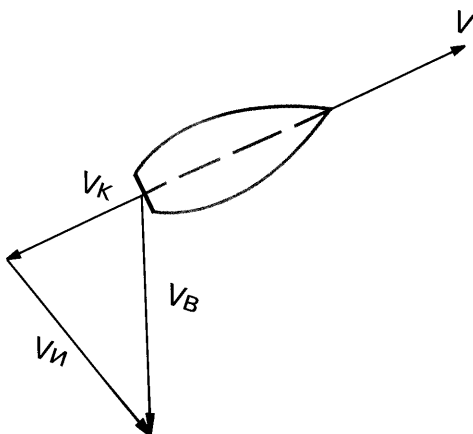


Рисунок 10. Определение скорости и направления истинного ветра графическим способом:  $V_k$  — курсовой ветер;  $V_v$  — выпельный ветер;  $V_i$  — истинный ветер

сторону откладывают скорость яхты, то есть вектор курсового ветра, из этой же точки проводят вектор вымпельного ветра. Равнодействующая (то есть разность этих двух векторов) даст направление и скорость истинного ветра.

Параметры вымпельного ветра индицируются на пульте, скорость ветра может быть определена в м/с или узлах.

Стационарный анемометр имеет вертушку, которая конструктивно соединена с флюгером.

#### **3.4. Эхолот, его использование для определения глубины**

Эхолот является навигационным техническим средством, предназначенным для измерения глубины. На отечественных яхтах эхолот пока не получил широкого распространения.

Принцип действия эхолота основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса от вибратора-излучателя до морского дна и обратно до вибратора-приемника. В вибраторах используются ферромагнитные материалы (кобальт, никель, железо), обладающие магнитострикционным эффектом, то есть способностью деформироваться под воздействием электромагнитного поля.

Использующиеся на яхтах эхолоты способны измерять глубину под килем в диапазоне 1— 600 м.

Обычно на экране индикатора эхолота отображаются глубина, профиль дна, а также скопления рыбы; эхолот, таким образом, одновременно является рыбопоисковым прибором.

В последнее время на иностранных моторных и парусных яхтах устанавливают эхолоты в комбинации с абсолютными гидроакустическими лагами. Такие многофункциональные навигационные технические средства определяют глубину, абсолютную скорость яхты, пройденное расстояние, температуру воды. Обзор водного

пространства может осуществляться не только под килем с обозначением профиля дна, но и впереди судна на расстоянии до 360 м. Аппаратура имеет режимы сигнализации о малой или заданной глубине, о наличии рыбы, о том, что пополз якорь.

Кроме этого, индикатор эхолота может быть сопряжен с приемоиндикатором спутниковой радионавигационной системы GPS.

### **3.5. Приемоиндикаторы спутниковой радионавигационной системы GPS. Назначение, состав, принцип действия системы**

В настоящее время на судах различного класса, на катерах, моторных и парусных яхтах широко применяются приемоиндикаторы (ПИ) спутниковой радионавигационной системы GPS, позволяющие определять координаты судна и осуществлять плавание по намеченным маршрутам.

Разработанная в США спутниковая радионавигационная система GPS (Global Positioning System — глобальная система определения места) имеет ряд преимуществ по сравнению с другими системами навигации. К этим преимуществам относятся:

- глобальный характер системы. Место носителя приемоиндикатора может быть определено в любой точке земного шара;
- простота получения географических координат;
- возможность получения географических координат в любое время суток независимо от метеоусловий по единой методике;
- высокая точность обсерваций, превосходящая точность любых ранее известных и применяющихся до настоящего времени способов определения места.

GPS — весьма сложная и дорогостоящая радионавигационная система, включающая 24 навигационных ис-

кусственных спутника Земли, выведенных на орбиты высотой около 20 тыс. км, наземную службу и аппаратуру потребителей.

В системе используется дальномерный метод измерения навигационного параметра, которым является наклонная дальность, измеряемая приемоиндикатором потребителя, до каждого из находящегося в видимости спутника. Измерение наклонной дальности возможно потому, что в системе используется единое время: на каждом из спутников размещен высокоточный эталон времени — бортовые часы, указывающие системное время, такой же эталонный измеритель времени имеется в судовом ПИ. Сравнением известного времени излучения радиосигнала со спутника со временем его получения приемоиндикатором возможно получить интервал времени прохождения сигнала и по нему вычислить наклонную дальность до спутника. Эта наклонная дальность является ра-

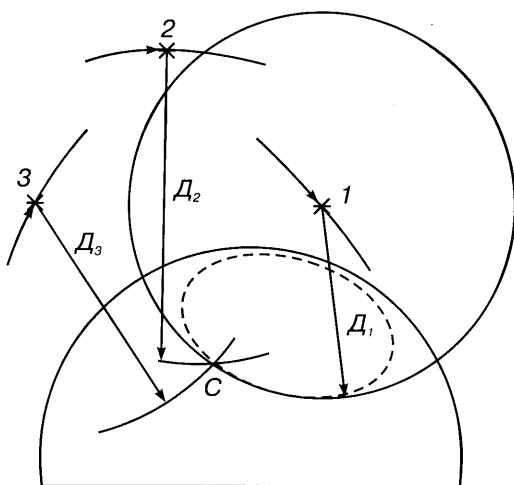


Рисунок 11. Определение места судна дальномерным способом в системе GPS

диусом изоповерхности (шара) с центром в месте нахождения спутника. Пересекаясь с поверхностью Земли, изоповерхность образует условную окружность — изостадию (рис. 11). Считается, что пересечение трех изостадий позволяет получить двухмерные координаты (широту и долготу), четырех изостадий — трехмерные координаты (дополнительно к географическим координатам — высоту).

Средняя квадратическая погрешность обсерваций, принятая в системе для общего мореплавания, составляет 100 м.

С 1995 года согласно резолюции Международной морской организации А.815(19) проводились работы и исследования по повышению точности обсерваций в целях их использования при плавании в узкостях и стесненных для маневрирования районах. Был задействован так называемый дифференциальный режим системы (DGPS), создана сеть дифференциальных станций, появились дифференциальные приставки к приемоиндикаторам, затем — приемоиндикаторы, способные принимать дифференциальные передачи. Дифференциальные станции определяют поправки времени прохождения сигнала на УКВ частотах от спутников, связанные с конкретными условиями, в частности, — с плотностью атмосферы, и передают эти поправки на частотах средневолнового диапазона в радиусе до 200 миль на приемоиндикаторы потребителей.

Предельная средняя квадратическая погрешность обсерваций в дифференциальном режиме (вероятность 95%) составляет 10 м.

На яхте целесообразно иметь не менее двух приемоиндикаторов системы GPS: один — переносной (портативный) с питанием от батарей, второй — компактный стационарный с питанием от аккумулятора.

### 3.6. Авторулевые

На моторных и крейсерских парусных яхтах стали применяться электронные авторулевые, существенно облегчающие управление и повышающие точность навигации.

Авторулевой может выполнять следующие функции:

- режим «Навигация». Автоматически удерживает яхту на заданной линии пути. Сопряжен с приемоиндикатором системы GPS при плавании по путевым точкам;
- режим «Компас». Автоматически удерживает яхту на заданном компасном курсе. Сопряжен с магнитным компасом — сенсорным датчиком;
- режим «Ветер». Управляет яхтой после введения заданного курсового угла вымпельного ветра. Работает совместно со стационарным анемометром;
- режим «Управление». Управляет рулем, позволяет избежать больших усилий при его перекладке во время выполнения маневра.

Необходимо учитывать, что на яхте при попутном ветре (фордевинд или полный бакштаг) электронный авторулевой работает неустойчиво, «опаздывает» с перекладкой руля.

### 3.7. Радиолокационные станции, их технико-эксплуатационные характеристики и возможности

Судовая радиолокационная станция (РЛС) предназначена для наблюдения за обстановкой, обеспечения безопасности плавания в условиях ограниченной видимости и для определения места судна по навигационным ориентирам. Кроме этого, РЛС может применяться в целях навигации в стесненных условиях, предупреждения столкновений судов и обнаружения опасных метеорологических явлений (тайфунов, ураганов, шквалов, снежных зарядов и т.п.).

РЛС состоит из трех основных приборов: антенны, приемопередатчика и индикатора. Передатчик РЛС ге-

нерирует высокочастотные электромагнитные колебания, которые излучаются антенной в виде узкого луча, форму которого называют диаграммой направленности. Отразившиеся от объектов эхо-сигналы принимаются той же антенной, поступают в приемник, усиливаются, после чего поступают на индикатор. В цепи антенны имеется переключатель, запирающий приемный канал на время посылки импульсов.

Антенна РЛС равномерно вращается с частотой 15-40 об/мин, облучая окружающее пространство. Синхронно с антенной на экране индикатора вращается направление радиуса развертки электронного луча, поэтому в любой момент оно совпадает с направлением излучения и приема антенны. В результате на экране последовательно высвечиваются все окружающие объекты и их части, а вследствие послесвечения экрана на нем образуется радиолокационное изображение. Четкость этого изображения зависит от характеристик и настройки РЛС, расстояний до объектов и их отражающей способности, наличия помех и других факторов.

Таким образом, пеленг или курсовой угол на объект (ориентир) измеряется в результате направленного приема эхо-сигнала антенной РЛС, а дальность определяется путем измерения промежутка времени между посылкой импульса и приемом эхо-сигнала. В РЛС автоматически решается зависимость

$$D = \frac{ct}{2},$$

где  $c$  — скорость распространения электромагнитной энергии (примерно 300 000 км/с);

$t$  — временной интервал между посылкой импульса и приемом отраженного сигнала, с.

Современные судовые РЛС работают, в основном, на волне примерно 3,2 см (9375 МГц). Реже используется длина волны 10 см (3000 МГц) или 8 мм (37 500 МГц). В яхтенных РЛС применяется только трехсантиметровый диапазон радиоволн.

Изображение окружающей надводной обстановки на индикаторах РЛС может иметь различный вид и различную ориентацию. На морских судах применяются индикаторы с двумя видами изображения обстановки: в относительном движении и в истинном движении.

При изображении обстановки в *относительном движении* место своего судна неподвижно, находится в центре индикатора, то есть в начале развертки. Эхо-сигналы неподвижных объектов (островов, мысов, буев и т.п.) перемещаются на экране в сторону, противоположную движению судна, с его же скоростью. Эхо-сигналы подвижных объектов перемещаются по линиям относительного движения (ЛОД) с относительной скоростью, являющейся результатом геометрического вычитания скорости своего судна из скорости подвижных объектов.

При изображении обстановки в *истинном движении* место своего судна на индикаторе перемещается по экрану в направлении и со скоростью, которые соответствуют фактическим параметрам движения. Одновременно эхо-сигналы неподвижных объектов остаются на месте, а подвижных — перемещаются в направлениях их фактического движения, оставляя за собой «кильватерные следы» — линии истинного движения.

На яхтах используются РЛС, на индикаторах которых обстановка отображается в относительном движении.

Изображение на экране РЛС может быть ориентировано относительно диаметральной плоскости судна («*по курсу*») или относительно гирокомпасного меридиана («*по норду*»).

При ориентации изображения «*по курсу*» курсовая черта судна направлена вертикально вверх, а картина взаимного расположения объектов аналогична той, которую судоводитель фактически наблюдает с ходового мостика. При такой ориентации изображения с помощью визира по азимутальному кругу возможен отсчет

курсовых углов на подвижные или неподвижные объекты. Иногда эти курсовые углы измеряют относительно диаметральной плоскости судна в круговой системе счета направлений; такой курсовой угол в этом случае называют относительным пеленгом.

При ориентации изображения «по норду» курсовая черта судна направлена по линии гирокомпасного курса, существует возможность измерять радиолокационные (то есть гирокомпасные) пеленги на объекты и навигационные ориентиры. Изображение обстановки идентично тому, которое судоводитель видит на морской навигационной карте. Такая ориентация изображения применяется для определения места судна.

В связи с тем, что на яхтах до настоящего времени гирокомпасы почти не используются, чаще всего применяется режим ориентации изображения «по курсу». Наряду с этим, существует возможность сопряжения некоторых типов РЛС с магнитными компасами — сенсорными датчиками. В этом случае возможна ориентация РЛС «по норду».

В РЛС применяются радиоволны сантиметрового диапазона, которые распространяются и отражаются с несколько большим коэффициентом рефракции по сравнению со световыми волнами и поэтому проникают дальше за видимый горизонт. *Дальность радиолокационного горизонта* может быть определена по формуле

$$D_g = 2,4\sqrt{h},$$

где  $h$  — высота антенны РЛС, м.

*Дальность обнаружения отдельных объектов* с помощью РЛС можно рассчитать по формуле

$$D_p = 2,4(\sqrt{h} + \sqrt{H}),$$

где  $H$  — высота объекта, м.

В большинстве случаев дальность обнаружения объектов отличается от дальности, рассчитанной по этой

формуле. Дальность обнаружения конкретного объекта зависит от размеров, формы, положения объекта и структуры его отражающей поверхности, а также от условий прохождения радиоволн и чувствительности радиолокационного приемника.

*Минимальная дальность действия РЛС* — это наименьшее расстояние, на котором объекты могут быть обнаружены. Она определяется, в основном, тем, что в период излучения энергии импульса антенный переключатель блокирует прием отраженных сигналов. Этот временной интервал близок к длительности импульса. Минимальная дальность действия РЛС составляет около 30 м.

Способность обнаруживать близко расположенные объекты зависит от наличия *мертвой зоны*. Диаграмма направленности РЛС в вертикальной плоскости имеет значительную ширину ( $15...30^\circ$ ), что определяется, главным образом, необходимостью устойчивой работы РЛС в условиях качки, но одновременно уменьшает величину мертвой зоны. Тем не менее, объекты, находящиеся под нижней кромкой диаграммы направленности, не будут видимы. Увеличение высоты антенны увеличивает размер мертвой зоны. По величине мертвая зона сопоставима с минимальной дальностью действия РЛС.

Разрешающей способностью РЛС называют ее способность обнаруживать отдельно два объекта, находящиеся близко друг от друга. Различают разрешающую способность РЛС по направлению и по дальности.

Диаграмма направленности РЛС в горизонтальной плоскости узкая, обычно  $0,7...1^\circ$ , что обеспечивает высокую точность измерения радиолокационного пеленга. *Разрешающая способность РЛС по направлению* примерно равна ширине диаграммы направленности РЛС в горизонтальной плоскости.

*Разрешающая способность РЛС по дальности* зависит от длительности импульса и размера пятна засветки на экране индикатора. На шкалах крупного масштаба раз-

решающая способность РЛС по дальности находится в пределах 15...30 м.

Использование РЛС в навигационных целях требует от судоводителя твердых знаний и навыков в настройке радиолокатора, отстройке от помех, опознавании береговой черты и навигационных ориентиров.

Для измерения расстояний используются неподвижные и подвижные кольца дальности, для измерения направлений — электронные визиры. Пеленг на ориентир и расстояние до него также могут быть определены с помощью маркера.

Используемые на яхтах радиолокационные станции компактны, антенны РЛС закрыты радиопрозрачными колпаками — обтекателями, применяются индикаторы кругового обзора телевизионного типа.

РЛС имеют до 17 шкал дальности в пределах 0,1 — 64 мили, мощность в импульсе 1,5 — 6 кВт, экраны размером по диагонали 6 — 10 дюймов.

Технико-эксплуатационные характеристики и возможности яхтенных РЛС соответствуют международным стандартам. Индикаторы РЛС могут быть соединены с другими техническими средствами, в частности, с приемоиндикатором радионавигационной системы GPS и эхолотом. В этом случае с экрана индикатора РЛС можно получить различные навигационные данные.

К числу некоторых возможностей яхтенных РЛС относятся следующие.

На экране РЛС в определенном секторе может быть создана так называемая охранная зона, при обнаружении цели в которой индикатор подает звуковой сигнал.

В отдельных РЛС применяются элементы автоматической радиолокационной прокладки. Движущиеся цели на экране индикатора имеют кильватерные следы, направления которых являются линиями относительно-го движения и позволяют определить, является ли та или иная цель опасной, и выполнить маневр расхождения.

Расстояния могут быть измерены в милях или километрах, что имеет значение при плавании в морских условиях или на внутренних водных путях.

РЛС имеет дежурный режим, в зависимости от условий плавания может автоматически включаться и выключаться, выполняя обзор радиолокационного горизонта через определенные промежутки времени.

Масштаб радиолокационного изображения отдельных участков побережья может быть увеличен для детального изучения.

РЛС может иметь функцию, называемую «якорной вахтой», то есть может сигнализировать по изменению дистанции до навигационного ориентира о том, что полз и не держит якорь.

РЛС также может использоваться совместно с малогабаритным радиолокационным маяком-ответчиком в ситуации «человек за бортом».

#### **3.8. Электронные карты, автоматизированные навигационные комплексы**

При использовании судоводителями традиционных бумажных карт затраты времени для снятия координат с дисплея приемоиндикатора и нанесения их на карту, которая недостаточно точна, приводят к тому, что обсервация не является текущей, в нее вносятся дополнительные погрешности. Кроме того, при плавании в стесненных условиях наносить координаты судна на карту просто некогда. В данном случае необходимо иметь отображение места судна в реальном масштабе времени, что возможно при использовании навигационной карты на электронном дисплее (электронной карты).

Последнее десятилетие XX века характеризуется развитием морской электронной картографии. К настоящему времени это новое направление навигационной технологии приобрело реальность. Электронная картогра-

фия позволяет коренным образом улучшить организацию работы судоводителей и облегчить ее, снизить навигационную аварийность. Можно утверждать, что на наших глазах происходит техническая революция в судовождении. Необходимость обеспечить непрерывный и объективный контроль за местоположением и движением судна и наблюдаемых целей, автоматизировать измерения и их обработку, представлять наглядную и достоверную информацию в виде, пригодном для немедленного использования, привела к разработке и использованию в радиолокации систем автоматической радиолокационной прокладки (САРП), а в радионавигации — автоматических приемоиндикаторов спутниковых радионавигационных систем и комплексных индикаторов навигационной обстановки с электронными картами.

Элементы электронной картографии впервые начали использоваться в судовых системах автоматической радиолокационной прокладки и в береговых системах управления движением судов. Такие карты получили название упрощенных или стилизованных.

Электронные карты нового поколения создаются в специальных центрах, имеющих лицензию национального гидрографического управления и отвечающих за полноту и правильность отображения навигационной обстановки. Картографические базы данных, используемые и при составлении обычных бумажных карт, преобразуются в цифровую форму, записываются на магнитные диски или иные типы носителей, затем на судне индицируются на экране дисплея (видеопрокладчика) с высокой разрешающей способностью.

История создания электронных карт имеет следующую хронологию.

В 1982 году Международная морская организация (ИМО) опубликовала в предварительной версии стандарт, определяющий характеристики ECDIS (Electronic

Chart Display and Information System). Существует также стандарт Международной гидрографической организации (МГО), устанавливающий требования к ECDIS.

В 1987 году была утверждена координационная группа ИМО/МГО для разработки технико-эксплуатационных требований к судовой системе отображения электронных карт и информации. При этом имелось в виду, что в случае удовлетворения этих требований ECDIS будет признаваться законным эквивалентом бумажных карт.

Электронная карта должна отображать следующий минимум картографических данных: контур береговой линии, глубины и высоты, безопасные границы по глубине, подводные препятствия, стационарные и плавучие навигационные средства, морские пути (фарватеры, каналы, рекомендованные курсы, системы разделения движения судов), запретные и ограниченные для плавания районы, числовой и линейный масштабы отображаемой карты, значения ограничивающих карту координат и, как минимум, по одной промежуточной линии, обозначающей параллель и меридиан.

Кроме того, по желанию судоводителя на экране могут отображаться другие картографические данные из перечня, определенного эксплуатационными требованиями ИМО к ECDIS, например, справочные данные о береговых и плавучих средствах навигационного обеспечения, правила плавания, различные предупреждения навигационного характера, пути движения паромов, подводные трассы кабелей и трубопроводов, геодезическая информация (геодезическая основа, дата создания и дата последней корректуры электронной карты) и пр.

Если ECDIS сопрягается с САРП, то на экране видеопроектировщика можно наблюдать движение других судов с соответствующими векторами их перемещений.

На экране ECDIS в реальном масштабе времени отображается отметка собственного судна, перемещающаяся

ся в соответствии с данными, полученными от высокоточного автоматического приемоиндикатора СРНС.

Электронная карта воспроизводит морскую навигационную карту меркаторской проекции с ориентацией «Норд» и стабилизацией «Истинное движение», то есть символ судна перемещается по неподвижной электронной карте. Смена отображаемого участка карты на соседний участок осуществляется автоматически (при необходимости — вручную) при приближении судна на определенное расстояние к краю карты.

Видеопроектор должен иметь возможность отображать электронные карты в масштабах, адекватных масштабам стандартным морских навигационных карт. Предусматривается возможность изменения масштабов, как минимум в два раза, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Надо иметь в виду, что увеличение масштаба означает лишь увеличение изображения участка карты, но это увеличение не сопровождается большей детализацией участка побережья или местности.

ECDIS имеет возможность записывать данные о перемещении судна в течение определенного времени (например, в течение 36 часов), то есть — вести «судовой журнал».

Устройство носителя картографических данных должно исключить их стирание или изменение в судовых условиях. При этом должна обеспечиваться возможность корректуры электронных карт на судне как автоматически с использованием систем спутниковой связи, так и вручную путем внесения судоводителем дополнительных символов. По мере накопления корректуры пользователи периодически, например, ежеквартально, могут получать полную обновленную версию электронной карты.

Работая с электронным каталогом, судоводитель может подобрать электронные карты всех необходимых

масштабов на предстоящий переход. На этих картах выполняется предварительная электронная прокладка маршрута предстоящего перехода. Маршрутные точки могут наноситься либо по географическим координатам, либо с помощью специального маркера по пеленгу и дистанции относительно выбранного навигационного ориентира. Линии предварительной прокладки выделяются на экране особым цветом. Может быть выполнен «подъем» навигационной карты, для чего в любом месте экрана могут быть нанесены точки, сплошные и прерывистые линии, условные знаки, цифры и буквы. С учетом особенностей района плавания и характеристик судна в ECDIS могут быть введены допустимые значения отклонений судна от заданной линии пути, допустимые значения минимальных дистанций сближения с выделенными навигационными опасностями, а также дистанций срабатывания предупредительной сигнализации при подходе к точкам поворота.

Для текущего местоположения судна ECDIS должна рассчитывать и индцировать в буквенно-цифровой форме следующую текущую навигационную информацию:

- дату и время (гринвичское или поясное);
- географические координаты судна с обозначением способа их определения;
- гирокомпасный курс (GYRO) и скорость по лагу (LOG) либо путь (CMG — course made good) и путевую скорость (SMG — speed made good);
- боковое отклонение судна от заданной линии пути (СТЕ — cross track error) с указанием стороны (знака) отклонения;
- дистанцию и пеленг на очередную маршрутную точку (DIST TO WP, BRG TO WP) и время плавания до нее (TIME TO WP);
- географические координаты маркера («+»), кото-

рый судоводитель может установить в любой точке экрана;

— пеленг на маркер и дистанцию до него (COURSE BRG, COURSOR RNG).

Наблюдая за перемещением отметки собственного судна по экрану ECDIS, судоводитель может осуществлять глазомерную проводку судна по заданной линии пути, учитывая также объективную цифровую информацию. При наличии надежной и высокоточной системы определения места судна ECDIS становится важнейшим техническим средством навигации не только в прибрежных водах, но и в узкостях, так как обеспечивает мгновенный контроль за местоположением и движением судна, прогнозирование развития навигационной ситуации, оперативное планирование и контроль маневров, безошибочность опознавания навигационных ориентиров.

Требования к электронным картам были разработаны в 1995 году 19-й Ассамблеей ИМО и оформлены Резолюцией А.817(19), затем был разработан стандарт морских электронных карт № 1174 и начались разработки национальных стандартов. В требованиях ИМО к ECDIS отмечалось, что первичной функцией системы является обеспечение безопасности мореплавания. Система должна отображать всю картографическую информацию, необходимую для безопасного и эффективного судовождения. Такая информация должна официально готовиться и распространяться гидрографическими службами, уполномоченными правительствами стран.

ECDIS должна обеспечивать надежность и доступность навигационной информации, предусматривать соответствующее резервирование и документирование данных рейса. Такие системы с 2001 года рассматриваются как легальный эквивалент бумажных навигационных карт.

Вместе с тем, судоводитель должен реально оценивать и учитывать технические ограничения ECDIS, в том числе привязку к географическим координатам, а не к побережью, зависимость от точности навигационных датчиков и ограничений используемых СРНС, опасность использования неприемлемого масштаба электронной карты, возможную неполноту навигационной информации на этой карте и т. д. Даже кратковременная неисправность или отказ ECDIS может привести к полной потере контроля за обстановкой и своего места и, как следствие, к навигационной аварии.

Существует также проблема, связанная с системой координат. В международных стандартах на ECDIS определено, что используемая картографическая информация должна иметь американскую систему координат WGS-84. В этой системе функционирует и СРНС НАВСТАР (GPS). Однако российская СРНС ГЛОНАСС имеет собственную геодезическую основу ПЗ-90, а отечественные бумажные карты созданы по референц-эллипсоиду Красовского (иногда его называют «Пулково-42»).

Несмотря на указанные ограничения и сложности уже сейчас на современных судах устанавливают по два дисплея ECDIS, каждый из которых имеет автономный источник электропитания. При этом дисплеи соединяют с основными техническими средствами навигации — гироскопом, лагом, приемоиндикатором СРНС GPS. В этом случае электронная карта превращается в навигационный автоматизированный комплекс, позволяющий решать различные задачи судовождения. Понятно, что такой комплекс должен использоваться совместно с другими техническими средствами навигации, в частности, с судовой РЛС и эхолотом.

Имеются возможности использования электронных карт и на яхтах.

Известно также, что при кругосветном плавании яхты «Апостол Андрей» под командованием заслуженного мастера спорта РФ Н.А. Литау в 1996-1999 годах (яхта обогнула земной шар, проследовав по всем четырем океанам, прошла впервые в истории Северным морским путем в западном направлении) на яхте использовались только электронные карты, для чего были установлены два дисплея.

Несомненно, что со временем ECDIS полностью заменит бумажные карты и будет таким же обязательным навигационным средством, как сейчас гироскопический и магнитный компасы, лаг или судовая радиолокационная станция.

# **4. МОРСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ КАРТЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА, ВЕДЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ПРОКЛАДКИ**

### 4.1. Меркаторская картографическая проекция. Классификация морских навигационных карт по масштабу

Картой называется уменьшенное изображение земной поверхности или ее отдельных участков на плоскости, выполненное по определенному математическому закону.

Положение точки на Земле определяется координатами, поэтому при построении карты на ней, прежде всего, должна быть отображена система координатных линий. Способ проектирования координатных линий на плоскость называется картографической проекцией.

Картографические проекции классифицируются по двум основным признакам: по характеру искажений и по виду координатных линий картографической сетки.

По характеру искажений картографические проекции делятся на четыре группы: равноугольные (конформные), равновеликие, равнопромежуточные и произвольные.

*Равноугольные проекции* — это картографические проекции, не искажающие углов и сохраняющие на карте подобие бесконечно малых фигур соответствующим фигурам на Земле.

Основой решения многих задач судовождения являются измерения углов и направлений на местности и прокладка их на карте. По этой причине равноугольная проекция является наиболее распространенной для составления морских навигационных карт.

*Равновеликие проекции* — это проекции, не искажающие площадей, но не сохраняющие пропорциональности углов и расстояний.

*Равнопромежуточные проекции* — это проекции, сохраняющие постоянство масштаба по одному из направлений с экстремальным значением масштаба.

*Произвольные проекции* — это проекции, обладающие

специальными свойствами, обеспечивающими удобство решения какой-либо конкретной задачи.

По виду координатных линий картографической сетки проекции делятся на цилиндрические, конические и азимутальные перспективные.

*Цилиндрические проекции* — это проекции, в которых точки земной поверхности проектируются на внутренние стенки касательного или секущего цилиндра.

Если ось цилиндра совпадает с земной осью, то такая цилиндрическая проекция называется прямой или нормальной. Если ось цилиндра перпендикулярна земной оси, то такая цилиндрическая проекция называется поперечной.

Навигационные карты составляют, в основном, в прямой цилиндрической проекции. В поперечной цилиндрической проекции составляют навигационные карты для приполюсных районов, а также топографические и специальные карты.

Координатными линиями картографической сетки карт цилиндрической проекции являются параллели и меридианы, изображаемые прямыми линиями.

*Конические проекции* — это проекции, в которых точки земной поверхности проектируются на внутренние стенки касательного или секущего конуса. Координатными линиями картографической сетки карт конической проекции являются меридианы в виде радиальных прямых линий и параллели в виде концентрических окружностей.

*Азимутальные перспективные проекции* — это проекции, в которых точки земной поверхности проектируются по определенному направлению (азимуту) на картинную плоскость. Центр проектирующих лучей, называемый точкой зрения, находится на перпендикуляре к картинной плоскости, проходящем через центр Земли. Ко-

ординатные линии — меридианы в виде радиальных прямых и параллели — концентрические окружности.

Разновидностью азимутальной перспективной проекции является *центральная (гномоническая) проекция*, в которой точка зрения находится в центре Земли. Особенностью карт гномонической проекции является то, что ортодромия — дуга большого круга (кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности Земли) изображается прямой линией. По этой причине карты, составленные в центральной (гномонической) проекции, используются в морской и воздушной навигации на большие расстояния.

*Меркаторская картографическая проекция* — это прямая цилиндрическая равноугольная проекция, разработанная в 1569 году голландским картографом Герардом Крамером, известным под латинским именем Меркатор.

Основными свойствами карты меркаторской проекции являются:

- курс судна (локсодромия) изображается прямой линией;
- параллели и меридианы — взаимно перпендикулярные линии;
- углы на карте соответствуют углам на местности;
- масштаб карты незначительно изменяется с изменением широты;
- ортодромия изображается в виде дуги, обращенной выпуклостью к ближайшему географическому полюсу.

В заголовке морской навигационной карты обязательно указывается ее числовой масштаб — дробь, числитель которой единица, а знаменатель — число, показывающее, во сколько раз уменьшена земная поверхность применительно к данной карте. Другими словами — если масштаб карты 1:100000, то в 1 см карты содержится 100000 см, то есть 1 км на местности.

Считается, что укол циркуля или толщина штриха карандаша занимает на карте 0,2 мм. Расстояние на земной поверхности, соответствующее этой величине на карте, называют предельной точностью масштаба. Для получения предельной точности масштаба в метрах надо в знаменателе числового масштаба «удалить» четыре нуля и оставшееся число умножить на два. Например, предельная точность масштаба путевой карты, имеющей масштаб 1:200000, соответствует 40 м.

В соответствии с масштабом морские навигационные карты классифицируются следующим образом:

- генеральные (1:1000000 — 1:5000000) — для общего изучения района плавания, составления графического плана рейса и выполнения ориентировочных расчетов плавания в океане;
- путевые (1:100000 — 1:500000) — для судовождения в закрытых морях и прибрежных районах;
- частные (1:25000 — 1:50000) — для судовождения в непосредственной близости от берегов, в узкостях (проливах, шхерных районах);
- планы (1:25000 и крупнее) — для плавания при входе в порты, гавани, бухты, на рейды и передвижения в пределах этих акваторий.

Указанный в заголовке карты масштаб является главным масштабом, относящимся к главной параллели карты. В других частях карты имеет место частный масштаб, незначительно отличающийся от главного. Для планов, охватывающих сравнительно небольшие площади акватории и суши, масштаб является постоянным.

## 4.2. Навигационные параметры и изолинии. Сущность определения места судна, счислимая и обсервованная точки. Графическое счисление. Невязка и ее элементы

Находясь на борту судна и используя традиционные методы классической навигации, судоводитель определяет место судна относительно навигационных ориентиров, которые нанесены на карту и координаты которых известны. Основой определения места судна является измерение величин, зависящих от взаимного расположения судна и навигационных ориентиров. Такими величинами являются навигационные параметры — физические величины, измеряемые судовыми техническими средствами для определения места судна. Целью измерения навигационных параметров является определение положения на морской навигационной карте навигационной изолинии, поскольку пересечение двух или нескольких таких линий дает возможность определить место судна.

Под навигационной изолинией понимают линию на земной поверхности и на карте с постоянным значением навигационного параметра. Применительно к яхтингу чаще всего используются следующие навигационные параметры и изолинии:

- *пеленг и изопеленга (изоазимута)* — кривая, в каждой точке которой угол между истинным меридианом и кратчайшим направлением на ориентир является величиной постоянной. На карте ввиду небольших расстояний изопеленгу заменяют пеленгом — прямой линией, пересекающей истинные меридианы под одним и тем же углом, соответствующим значению истинного пеленга;

- *расстояние и изостадия* — сферическая окружность, проведенная из точки расположения навигационного ориентира радиусом, равным измеренному расстоянию. На карте изостадия изображается окружностью;

- *горизонтальный угол*, полученный с использовани-

ем секстана или рассчитанный как разность пеленгов либо курсовых углов. Этому навигационному параметру соответствует *изогона* — кривая (при малых расстояниях до ориентиров — окружность), проходящая через ориентиры и вмещающая данный горизонтальный угол.

Таким образом, сущность определения места судна заключается в том, что это место находится в пересечении изолиний, соответствующих определенным однородным или разнородным параметрам. Такое место судна называют *обсервованным*.

В ходе плавания судоводитель не только выполняет обсервации, но также ведет *графическое счисление*, под которым понимают прокладку на карте векторов движения судна.

Вектора движения судна имеют два элемента — направление и величину, а графическое счисление — соответственно путевой угол (при отсутствии ветра и течения — истинный курс) и пройденное судном расстояние. Если отложить на морской навигационной карте от известной исходной точки ПУ (ИК) и пройденное расстояние, то получим место судна, которое называется *счислимым*.

Совокупность графического счисления и обсерваций на карте представляет собой *навигационную прокладку*, в процессе ведения которой счислимые и обсервованные точки взаимно подтверждают правильность ведения счисления и выполнения обсерваций.

Перенос графического счисления из счислимой точки в обсервованную называют *коррекцией счисления* и обозначают знаком невязки. Невязка характеризуется направлением от счислимой точки к обсервованной и величиной — расстоянием между этими точками. Направление невязки измеряется с точностью до  $1^\circ$ , величина — с точностью до 0,1 мили; невязку принято обозначать прописной буквой *С*, например,  $C=120^\circ - 0,8$  мили.

### 4.3. Ведение навигационной прокладки

В процессе подготовки к рейсу судоводитель подбирает и корректирует все необходимые карты и планы и выполняет на них *предварительную прокладку*, определяя маршрут предстоящего перехода.

Во время плавания судоводитель выполняет так называемую *исполнительную навигационную прокладку*, которая на карте в идеальном случае должна совпадать с прокладкой предварительной.

На морской навигационной карте над (под) линией пути на расстоянии 5-6 мм указывают курс по компасу, его поправку и угол дрейфа, сноса или суммарного сноса, о которых речь будет идти ниже.

Кроме того, рядом со счислимым или с обсервованным местом судна в виде дроби приводят время в часах и минутах с точностью до минуты и отсчет лага с точностью до его десятой доли. Эту надпись делают рядом с той точкой, где, как считает судоводитель, находится судно. Понятно, что если на карте выполнена коррекция счисления, то время и отсчет лага указывают рядом с обсервованной точкой (см. рис. 12-20).

Никаких других надписей при ведении навигационной прокладки на карте делать не принято.

Поскольку яхтенный путевой компас обычно имеет цену деления  $5^\circ$ , то компасный курс должен отражать эту точность, то есть значение компасного курса в градусах должно оканчиваться на 0 или 5. Поправку магнитного компаса после сложения приведенного к году плавания магнитного склонения и девиации магнитного компаса округляют до  $1^\circ$ , указывая на карте знак «+» или «-». Значение угла дрейфа, сноса или суммарного сноса тоже округляют до  $1^\circ$ , также указывая знак (знак «+» не опускают).

Линия пути яхты, то есть направление ее фактического перемещения, должна быть несколько толще и вы-

глядеть более отчетливо по сравнению с линиями, показывающими графические построения, или короткими отрезками изолиний, в пересечении которых было определено место судна.

## **5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ВИЗУАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ**

### 5.1. Определение места судна по двум и трем компасным пеленгам

Определение места судна по компасным пеленгам является одним из наиболее распространенных визуальных способов обсерваций при плавании в прибрежных районах.

Сущность способа состоит в том, что место судна на морской навигационной карте находится в пересечении двух или трех истинных пеленгов, проложенных относительно нанесенных на карту навигационных ориентиров (рис. 12). Такими ориентирами могут быть маяки, знаки, огни, буи (при их нахождении на штатных местах), а так-

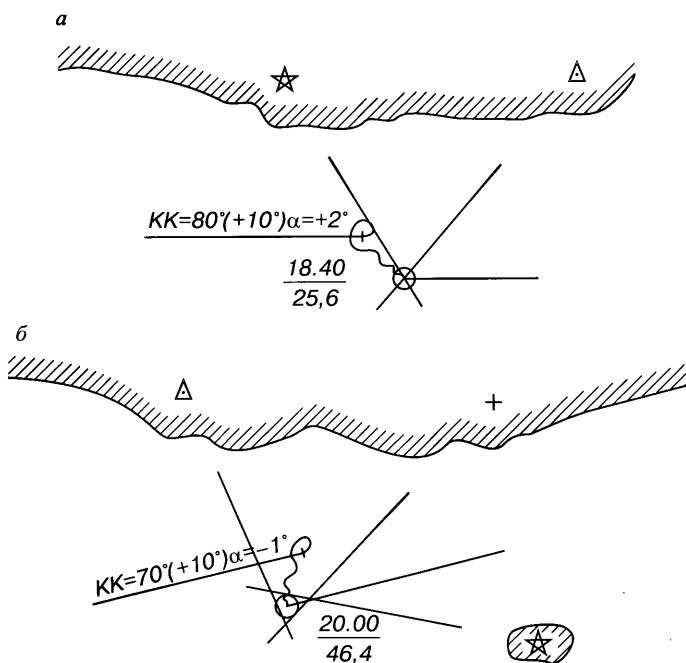


Рисунок 12. Определение места судна с использованием компасных пеленгов: а — два пеленга; б — три пеленга

же естественные ориентиры — мысы, острова, отдельные имеющиеся на карте горы и т.п.

При использовании на яхте ручного компаса для пеленгования яхтсмен измеряет два или три обратных компасных пеленга, каждый из пеленгов исправляет поправкой магнитного компаса, фиксирует время и отсчет лага на момент измерения пеленгов, прокладывает пеленги на карте.

Правильность обсервации по двум компасным пеленгам контролируется счислимым местом судна. Предпочтительнее определять место судна по трем пеленгам, в этом случае не только счислимое место, но и любой из пеленгов позволяет оценить достоверность обсервации.

При выполнении обсервации по компасным пеленгам необходимо учитывать следующие особенности:

- пеленги должны пересекаться под углом более  $30^\circ$  и менее  $150^\circ$ . Если это условие не будет соблюдено, то нельзя будет получить уверенное место судна. Обсервация наиболее точна тогда, когда угол между пеленгами близок к  $90^\circ$ ;

- пеленги на навигационные ориентиры, находящиеся на острых носовых или кормовых углах судна, изменяются медленно, на траверзных курсовых углах — быстро. Поэтому измерять пеленги на ориентиры на траверзе следует в последнюю очередь;

- погрешность в учитываемой поправке компаса непосредственно влияет на точность обсервации, поэтому поправку магнитного ручного компаса для пеленгования следует знать достоверно. Значение поправки магнитного компаса зависит от курса яхты, но не зависит от пеленга на навигационные ориентиры; поэтому одну и ту же поправку следует прибавлять со своим знаком к каждому из измеренных компасных пеленгов.

Несоблюдение порядка измерения компасных пеленгов или неточный учет поправки магнитного компаса, используемого для пеленгования, приведет к тому, что место по двум пеленгам будет определено ошибочно, а

при обсервации по трем пеленгам истинные пеленги на карте пересекутся, образуя треугольник. В этих случаях в яхтенных условиях обсервацию следует повторить, устранив причины возникновения погрешностей обсерваций.

Принято считать, что на судне, где магнитный компас градуирован через  $1^\circ$ , средняя квадратическая погрешность обсервации по двум пеленгам составляет 0,2-0,4 мили, по трем пеленгам — 0,1-0,3 мили. На яхте, где цена деления шкалы магнитного компаса для пеленгования составляет  $5^\circ$ , точность обсервации будет примерно в 5 раз хуже.

### **5.2. Определение места судна способом крюйс-пеленга и по разновременным пеленгам двух навигационных ориентиров**

Известно, что для определения места судна необходимо иметь не менее двух изолиний или линий положения, что обычно требует измерения навигационных параметров относительно двух навигационных ориентиров. В действительности нередко возникает ситуация, когда с судна наблюдается только один навигационный ориентир, показанный на карте. В этих условиях можно использовать способ крюйс-пеленга, сущность которого состоит в том, что измерение навигационного параметра до одного и того же ориентира выполняется в разные моменты времени, а навигационная изолиния, соответствующая моменту первого измерения, переносится на величину, равную пройденному расстоянию между моментами первого и второго измерений навигационного параметра. Место судна находится в пересечении второй и первой перенесенной изолиний. Так как в получении места судна используется пройденное им расстояние с учетом счисления, то такое место называют счислимо-обсервованным (*рис. 13*).

При выполнении крюйс-пеленга место судна на карте находят графически. Навигационный ориентир

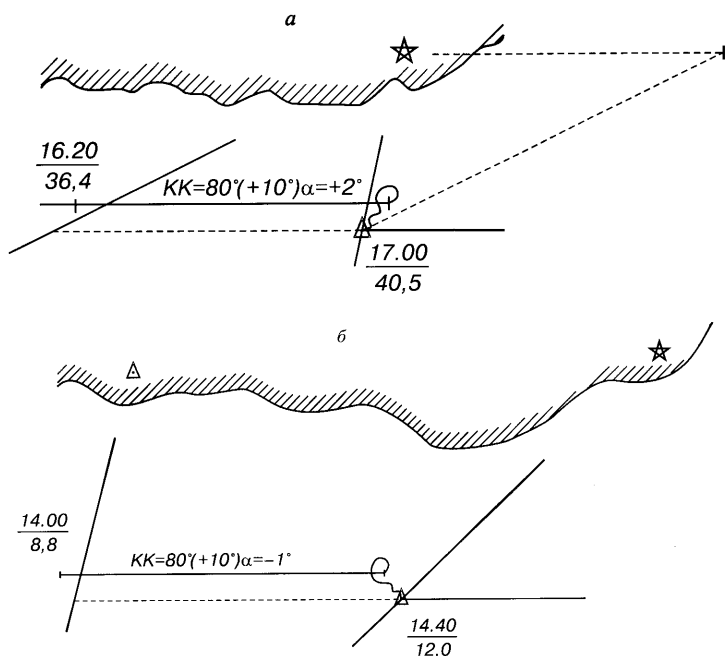


Рисунок 13. Определение места судна крьюйс-способами:  
а — крьюйс-пеленг; б — по разновременным пеленгам двух навигационных ориентиров

переносят по линии пути судна на расстояние, пройденное им за время между моментами измерений первого и второго навигационных параметров ( $S = РОЛ \cdot K_l$ ). Из точки, в которую перенесен навигационный ориентир, проводят первый истинный пеленг до пересечения со вторым. Точка пересечения явится счислимо-обсервованным местом судна.

Счислимое место судна находят, отложив пройденное им расстояние от предыдущей счислимой точки.

Определение счислимо-обсервованного места судна на карте можно осуществить проще, без всяких графических построений. Достаточно отложить пройденное суд-

ном расстояние по вертикальной рамке карты на растворе циркуля-измерителя и, перемещая его параллельно линии пути вместе с параллельной линейкой или плоттером, добиться такого положения, когда обе ножки циркуля-измерителя будут находиться на обоих истинных пеленгах. Счислимо-обсервованное место судна будет находиться на линии второго истинного пеленга. Затем следует найти счислимое место судна, для чего, не изменяя раствора циркуля-измерителя, отложить пройденное судном расстояние по линии пути от предыдущей счислимой точки.

На практике обсервацию крюйс-пеленгом выполняют таким образом. Первый пеленг берут тогда, когда ориентир откроется на носовых курсовых углах, второй — примерно на траверзе. В этом случае обеспечивается значительное изменение пеленга, необходимое для выполнения обсервации.

Точность счислимо-обсервованного места тем выше, чем меньше расстояние до навигационного ориентира и продолжительность плавания по счислению.

Недостатками обсервации способом крюйс-пеленга являются значительные затраты времени на ее выполнение и зависимость точности полученного места от точности счисления за время плавания между моментами измерения пеленгов.

Если по условиям видимости наблюдается один ориентир, а вскоре после его закрытия открывается другой, то для определения места можно применить способ разновременных пеленгов этих ориентиров. Фактически этот способ является разновидностью крюйс-пеленга. Измерив навигационный параметр первого ориентира, фиксируют время и отсчет лага. С открытием второго ориентира измеряют второй навигационный параметр, замечают время и отсчет лага. Затем рассчитывают пройденное судном расстояние. Дальнейшие действия судоводителя по определению счислимо-обсервованного ме-

ста аналогичны действиям при выполнении крьюйс-пенга.

### 5.3. Определение места судна по двум горизонтальным углам

Определение места судна по двум горизонтальным углам — один из наиболее точных способов визуальных обсерваций, позволяющий получить среднюю квадратическую погрешность обсервованного места в пределах 0,1–0,3 мили. Горизонтальные углы измеряют секстаном. При наличии достаточного опыта судоводителя в работе с секстаном точность обсервации может быть не хуже 0,1 мили. Достоинством способа является также то, что он не требует использования компаса и может быть применен на малых судах, катерах и яхтах, не имеющих РЛС.

Сущность способа обсерваций по двум горизонтальным углам заключается в следующем.

Видя три навигационных ориентира, нанесенных на карте, судоводитель измеряет горизонтальные углы между левым и средним, правым и средним ориентирами. Секстан держат в правой руке в горизонтальном положении, телескопическую трубу не используют. Последовательно подводят дважды отраженные изображения левого и среднего ориентиров к среднему и правому ориентирам. Каждый из отсчетов секстана исправляют поправкой секстана, получая таким образом два горизонтальных угла:

$$\alpha = OC_1 + (i + S_1); \beta = OC_1 + (i + S_2).$$

В этих формулах поправка индекса  $i$  постоянна для данных условий наблюдений, а инструментальная поправка  $S$  — величина переменная, поскольку выбирается из формуляра секстана в зависимости от величины измеренного горизонтального угла.

Место судна на карте можно получить несколькими способами.

Графический способ (рис. 14) дает возможность уяснить сущность обсервации по двум горизонтальным уг-

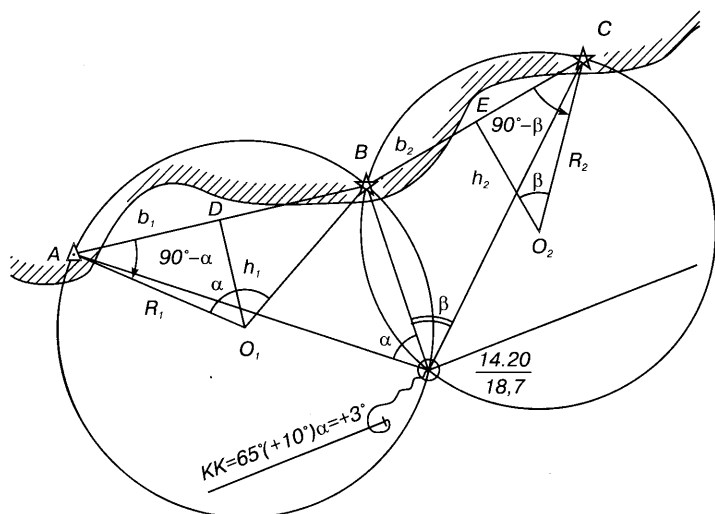


Рисунок 14. Графический способ определения места судна по двум горизонтальным углам

лам, но не используется на практике ввиду сложности построений.

Навигационными изолиниями горизонтальных углов являются изогоны — окружности, вмещающие определенные углы  $\alpha$  и  $\beta$  и проходящие через ориентиры  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Изогоны пересекаются в двух точках — в месте нахождения среднего ориентира  $B$  и в месте судна. Очевидно, что задача определения места судна на карте будет решена тогда, когда будут найдены центры изогон.

Центр окружности, вмещающий угол  $\alpha$ , находим следующим образом. Расстояние между ориентирами  $A$  и  $B$  — базу  $b_1$  — делим пополам, из середины восстанавливаем перпендикуляр к базе. Из точки левого ориентира  $A$  от направления базы  $b_2$  откладываем угол  $90^\circ - \alpha$ . Пересечение стороны этого угла с указанным выше перпендикуляром явится центром  $O_1$  первой изогон.

Аналогично определяем центр окружности, вмещающей угол  $\beta$ . Базу  $b_2$  делим пополам, из середины восстанавливаем перпендикуляр к этой базе. Из точки правого ориентира  $C$  откладываем угол  $90^\circ - \beta$ . Пересечение стороны этого угла с перпендикуляром даст центр  $O_2$  второй изогонь.

После этого, проведя дуги изогон радиусами  $R_1$  и  $R_2$  в районе счислимой точки судна, получим его обсервованное место.

На практике таких сложных графических построений не выполняют, а обсервованное место судна на карте находят путем прокладки измеренных горизонтальных углов с помощью протрактора или листа кальки.

Протрактор — мореходный инструмент, позволяющий откладывать горизонтальные углы с высокой точностью (до  $0,1-0,2'$ ), соответствующей точности измерения углов секстаном. Протрактор имеет неподвижную центральную линейку и подвижные левую и правую линейки. Перемещая подвижные линейки, на протракторе устанавливают значения углов  $\alpha$  и  $\beta$ , после чего, передвигая протрактор по карте, добиваются совмещения всех линеек с тремя навигационными ориентирами. Место судна на карте фиксируется карандашом или нажимной кнопкой в центре протрактора.

При использовании кальки построение горизонтальных углов выполняют с помощью транспортира от средней линии (рис. 15). Точность такого построения гораздо ниже ( $0,2^\circ$ ), чем при применении протрактора. Перемещая кальку по карте, добиваемся совпадения всех трех линий с навигационными ориентирами. Уколом циркуля получим обсервованное место судна.

В яхтенных условиях использовать протрактор или кальку сложно. Определить место яхты на карте можно значительно проще, без погрешностей графических построений, если использовать микрокалькулятор для научных или инженерных расчетов, имеющий тригонометрические функции.

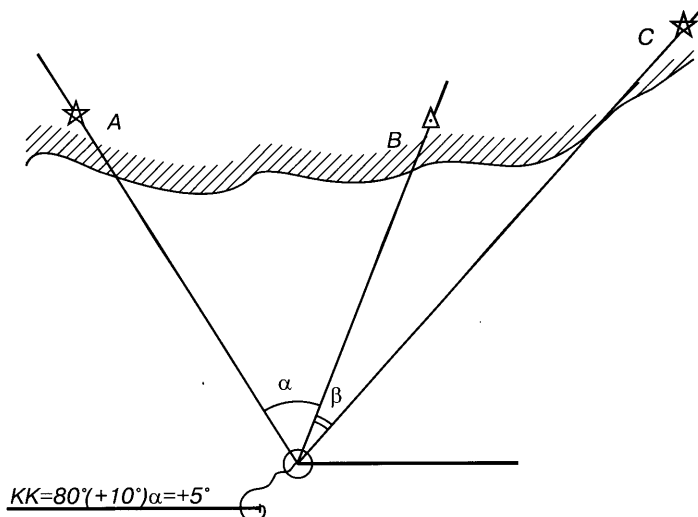


Рисунок 15. Определение места судна по двум горизонтальным углам с использованием протрактора или кальки

Обратимся к рис. 14 для уяснения сути вопроса. Из тригонометрии известно, что вписанный в окружность угол, опирающийся на дугу, равен половине угла с вершиной в центре окружности, опирающегося на эту же дугу. Значит, угол при вершине  $O_1$  равен  $2\alpha$ , а угол при вершине  $O_2$  равен  $2\beta$ . Перпендикуляры, проведенные из середин баз, одновременно являются биссектрисами для углов при вершинах  $O_1$  и  $O_2$ . Рассмотрев прямоугольные треугольники  $ADO_1$  и  $CEO_2$ , можно установить, что их стороны  $DO_1$  и  $EO_2$  являются отстояниями центров изогон от баз  $b_1$  и  $b_2$  и могут быть рассчитаны по формулам:

$$h_1 = 0,5 b_1 / \operatorname{tg} \alpha; \quad h_2 = 0,5 b_2 / \operatorname{tg} \beta.$$

Определив положения центров изогон  $O_1$  и  $O_2$  на карте, легко найти место судна в пересечении дуг изогон, имеющих радиусы, равные расстояниям до ближайших навигационных ориентиров (рис. 16).

Для отыскания центров изогон можно также приме-

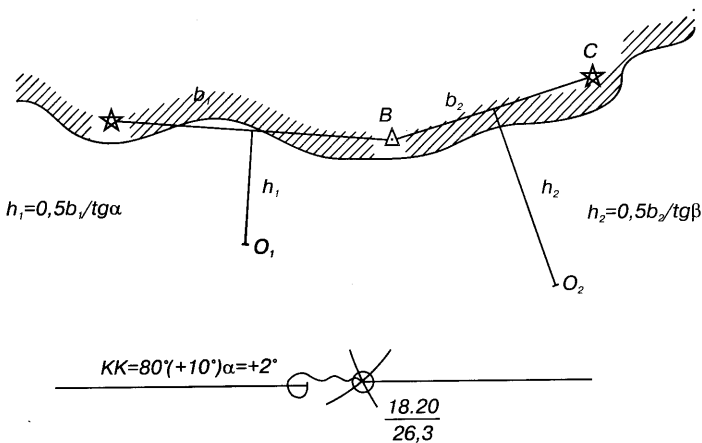


Рисунок 16. Определение места судна по двум горизонтальным углам расчетом отстояний центров изогон от баз

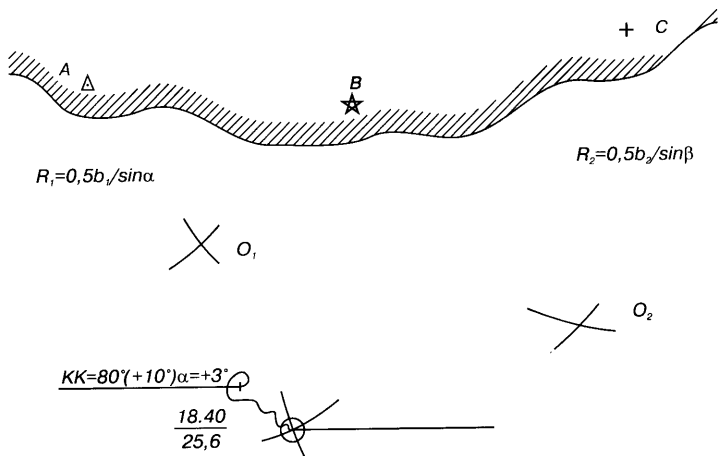


Рисунок 17. Определение места судна по двум горизонтальным углам способом трех засечек

нить способ, получивший название способа трех засечек. Гипотенузы указанных выше прямоугольных треугольников являются радиусами изогон  $R_1$  и  $R_2$  и могут быть рассчитаны по формулам:

$$R_1 = 0,5 b_1 / \sin \alpha; R_2 = 0,5 b_2 / \sin \beta.$$

Рассчитав радиус  $R_1$  и установив его на растворе циркуля, делаем две засечки с центрами в точках ориентиров А и В, находим центр изогон  $O_1$  и выполняем третью засечку в районе счислимого места судна. Аналогичным образом находим центр изогон  $O_2$  и делаем третью засечку радиусом  $R_2$ . Пересечение двух последних засечек даст обсервованное место судна (рис. 17).

Место судна по двум горизонтальным углам также можно получить, применив способ Кассини, получивший название по имени его создателя (рис. 18).

Сущность способа заключается в следующем. Из точек крайних ориентиров А и С проводим отрезки перпендикуляров к базам  $b_1$  и  $b_2$ , из точки среднего ориенти-

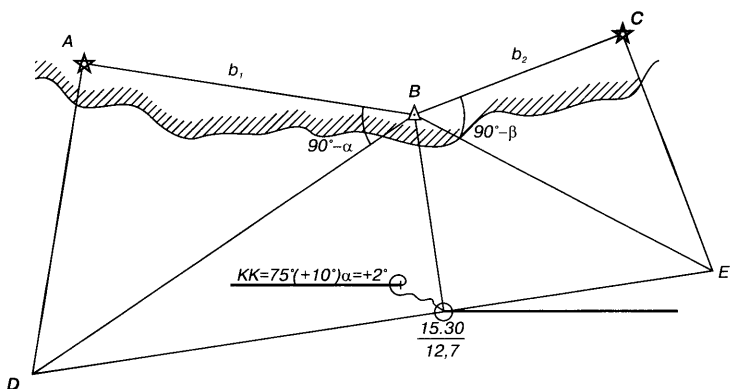


Рисунок 18. Определение места судна по двум горизонтальным углам способом Кассини



Возможно ли определить место судна по двум горизонтальным углам без использования секстана?

Такая возможность существует, если в качестве угломерного инструмента использовать магнитный компас для пеленгования или азимутальный круг.

При использовании магнитного компаса место судна можно получить, измерив три обратных компасных пеленга, исправив их поправкой компаса и проложив на карте. Но такое место будет неточным, если имеется существенная погрешность в учитываемой поправке компаса. Эта погрешность не окажет какого-либо влияния на обсервацию, если использовать в качестве навигационных параметров горизонтальные углы, рассчитанные как разность компасных пеленгов, измеренных относительно навигационных ориентиров в определенной последовательности. Это подтверждается простейшими математическими расчетами:

$$\alpha = ОКП_B + \Delta МК - (ОКП_A + \Delta МК) = ОКП_B - ОКП_A.$$

По аналогии  $\beta = ОКП_C - ОКП_B$ .

Таким образом, три обратных компасных пеленга мы заменяем двумя горизонтальными углами, что при выполнении обсервации исключает систематическую погрешность в учитываемой поправке компаса. Следует только помнить, что находящиеся на траверзе навигационные ориентиры надо пеленговать в последнюю очередь.

Представляется также возможным определять горизонтальные углы как разность курсовых углов навигационных ориентиров при наличии на яхте азимутального круга, оборудованного визирной рамкой. При этом точность установки азимутального круга в диаметральной плоскости яхты какой-либо роли не играет. Как и раньше, следует учитывать, что курсовые углы, близкие к траверзным, надо измерять в последнюю очередь.

Принцип перевода обратных компасных пеленгов и курсовых углов в горизонтальные углы показан на *рис. 20*.

Необходимо учитывать, что при определении места судна по двум горизонтальным углам может возникнуть

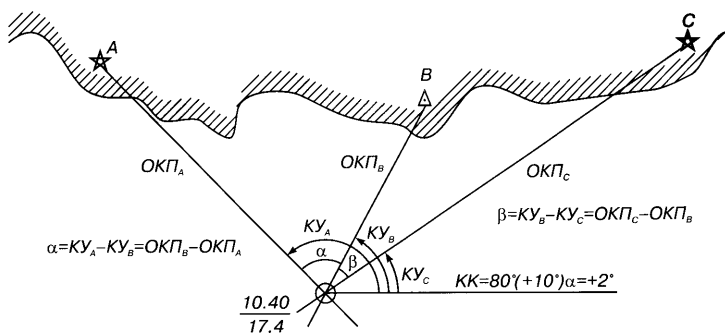


Рисунок 20. Перевод компасных пеленгов и курсовых углов в горизонтальные углы

случай неопределенности, то есть ситуация, когда однозначно определить место невозможно. Такая ситуация складывается тогда, когда место судна и все три ориентира находятся на одной окружности (рис. 21). Математическим условием появления случая неопределенности является уравнение

$$\alpha + \beta + B = 180^\circ,$$

где  $B$  — угол с вершиной в точке среднего ориентира.

Неопределенность невозможна в следующих случаях:

- все три ориентира располагаются на одной прямой;
- средний ориентир выдвинут в сторону наблюдателя;
- судно находится внутри треугольника, образованного тремя ориентирами.

#### 5.4. Определение расстояния до навигационного ориентира и возможности выполнения наблюдений по измеренным секстаном вертикальным углам

Расстояние до навигационного ориентира при известной его высоте может быть определено по вертикальному углу, измеренному секстаном. Эта задача решается при небольших расстояниях (в пределах видимо-

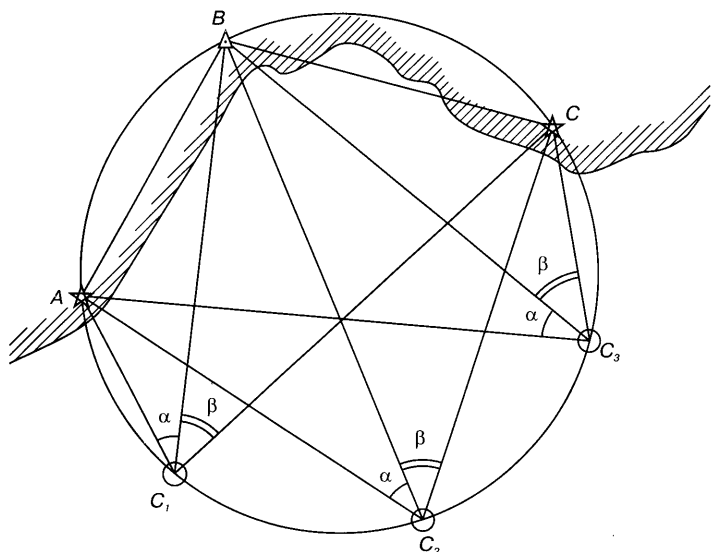


Рисунок 21. Случай неопределенности при определении места судна по двум горизонтальным углам

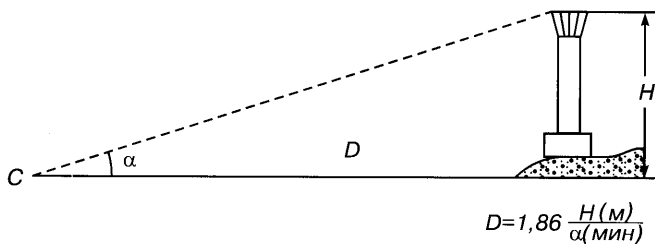


Рисунок 22. Определение расстояния до навигационного ориентира по измеренному секстаном вертикальному углу

сти горизонта), вертикальный угол измеряется между вершиной ориентира и урезом воды у береговой черты (рис. 22).

Судоводитель держит секстан без телескопической трубы в правой руке в вертикальном положении и, вращая винт отсчетного барабана, опускает вершину ориентира на уровень уреза воды, затем полученный отсчет секстана исправляет его поправкой, рассчитывая таким образом вертикальный угол:

$$\alpha = OC_i + (i + S).$$

Расстояние до навигационного ориентира можно рассчитать по формуле

$$D = H / \operatorname{tg} \alpha.$$

Поскольку величина угла мала (выражается в минутах), то значение тангенса угла можно принять за значение самого угла в радианах. Выражая расстояние  $D$  в милях, высоту ориентира  $H$  в метрах и переведя значение вертикального угла  $\alpha$  из долей радиана в угловые минуты, получим

$$D = 3438 H / 1852 \alpha = 1,86 H / \alpha.$$

Высоту навигационного ориентира можно определить из пособий «Огни и знаки» и «Огни». Расстояние до навигационного ориентира возможно определить расчетом по приведенной выше формуле или выбрать из таблицы (прил. 5).

Имея возможность пеленгования навигационного ориентира и зная расстояние до него, можно определить место судна на карте, проложив от ориентира истинный пеленг и дугу изостадии. В пересечении эти две изолинии дадут обсервованное место судна.

Если в видимости судоводителя находятся два навигационных ориентира, высоты которых известны, можно по вертикальным углам определить дистанции до ориентиров, провести две дуги изостадий в районе счислимой точки и в пересечении этих дуг получить обсервованное место судна.

Необходимо учитывать, что расстояние как навигационный параметр быстрее изменяется по отношению к

навигационным ориентирам, находящимся на острых носовых или кормовых курсовых углах. Поэтому вертикальные углы на такие ориентиры надо измерять в последнюю очередь.

### **Пример**

Рассчитать расстояние до маяка, если его высота, полученная из пособия «Огни и знаки», составляет 60 м, отсчет секстана при измерении вертикального угла равен  $20'$ , поправка секстана  $i+S = +2'$ .

$D = 1,86 \cdot H / \alpha$ .  $\alpha = OC + (i+S)$ .  $D = 1,86 \cdot 60 / 22 = 5,07$  (мили).

Проверить результат по таблице приложения 5.

### **5.5. Общие рекомендации по выполнению визуальных обсерваций**

Для исключения промахов при выполнении визуальных обсерваций рекомендуется следующий порядок определения места судна:

- нанести на линии пути счислимую точку на момент планируемой обсервации;
- выбрать способ определения и ориентиры для обеспечения наибольшей точности в данных условиях плавания;
- записать в черновой журнал планируемое время и выбранные ориентиры, оставив свободное место для записи измеренных параметров и поправок;
- в запланированное время измерить навигационные параметры, записать в черновой журнал их значения, поправки и отсчет лага;
- исправить измеренные параметры всеми необходимыми поправками;
- выполнить расчеты и графические построения по отысканию обсервованного места, проанализировать невязку.

## **6. УЧЕТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СУДНО ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ**

## 6.1. Учет воздействия ветра

Учет воздействия ветра для яхтсмена крайне важен, поскольку движителем яхты является парус, наполненный ветром.

Под влиянием ветра судно смещается с линии истинного курса и следует по линии пути с учетом дрейфа. Угол между линией пути при дрейфе и линией истинного курса называется углом дрейфа и обозначается греческой буквой  $\alpha$ . Угол между северной частью истинного меридиана и линией пути, по которой перемещается судно с учетом дрейфа, называется путевым углом при дрейфе  $ПУ\alpha$ . Таким образом,  $\alpha = ПУ\alpha - ИК$ ;  $ПУ\alpha = ИК + \alpha$ .

Эти формулы являются алгебраическими. Угол  $\alpha$  имеет положительное значение, когда яхта следует левым галсом (ветер дует в левый борт), и отрицательное значение, когда яхта следует правым галсом (ветер дует в правый борт).

Относительная скорость яхты, то есть скорость относительно верхнего слоя воды, определяется установленным на яхте механическим или индукционным лагом. Эта скорость и угол дрейфа зависят не только от скорости или силы ветра, но и от его направления относительно диаметральной плоскости яхты, то есть от курсового угла вымпельного (кажущегося) ветра.

Скорость яхты минимальна, а угол дрейфа максимален при следовании курсом бейдевинд. Если направление вымпельного ветра изменяется в сторону кормы, то есть его курсовой угол увеличивается (ветер отходит), то скорость яхты возрастает, а угол дрейфа уменьшается.

Следует иметь в виду, что направление истинного ветра соответствует той части горизонта, откуда он дует. Иногда в этой связи говорят, что ветер дует в компас (в парус, в центр картушки, показанной на карте).

Угол дрейфа может быть определен по таблицам, по наблюдениям, при следовании по створу или с использованием приемоиндикатора системы GPS.

Первоначально угол дрейфа может быть выбран из таблицы, составленной яхтсменом применительно к тому или иному варианту постановки парусов. Таблица углов дрейфа может иметь следующую форму:

| $KY_w$ | Соотношение скоростей яхты и вымпельного ветра |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 0,1                                            | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 40°    |                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 60°    |                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 90°    |                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 120°   |                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 150°   |                                                |     |     |     |     |     |     |     |     |

В боковике таблицы приведены курсовые углы вымпельного ветра, для которых яхтсмен определяет углы дрейфа другими способами, приведенными ниже, постепенно заполняя графы данной таблицы.

Угол дрейфа можно определить пеленгованием дальнего конца кильватерной струи. Практика показывает, что при волнении моря 3 балла и скорости яхты около 5 узлов кильватерная струя видна на расстояниях до 70 м. При этом она отклоняется от диаметральной плоскости яхты, изгибается, поскольку яхта «уваливается» под воздействием ветра. Угол дрейфа рассчитывают по формуле  $\alpha = OKП - KK$ .

Если яхта следует вдоль береговой черты и существует возможность выполнения визуальных обсерваций по навигационным ориентирам, то угол дрейфа можно определить, учитывая, что несколько обсерваций покажут направление путевого угла с учетом дрейфа (рис. 23). Угол дрейфа можно рассчитать по формуле  $\alpha = ПУ\alpha - ИК$ .

Если яхта следует по створу, то его направление, указанное на карте, явится направлением путевого угла с учетом дрейфа. В этом случае угол дрейфа можно рассчитать по приведенной выше формуле.

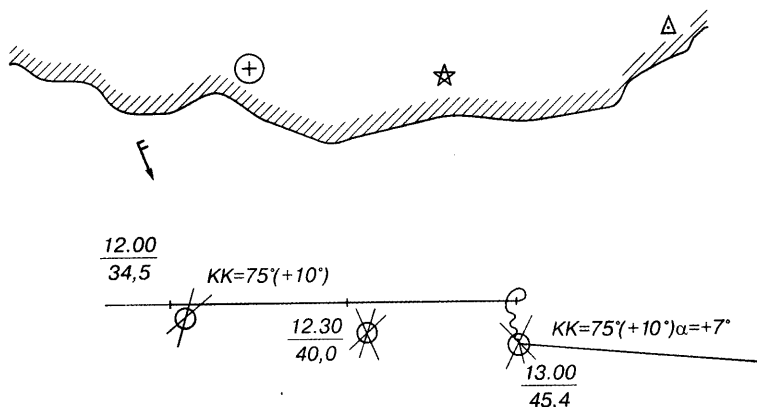


Рисунок 23. Определение угла дрейфа по наблюдениям

Приемоиндикатор системы GPS при его использовании в режиме «компас» или при плавании по путевым точкам индицирует на экране путевой угол, что также дает возможность рассчитать угол дрейфа по приведенной выше формуле.

Понятно, что при определении угла дрейфа с учетом ветра неперенным условием должно быть отсутствие течения. В противном случае яхтсмен будет определять не угол дрейфа, а угол суммарного сноса как результат совместного воздействия ветра и течения.

При учете влияния ветра различают решение двух задач — прямой и обратной.

Решение прямой задачи состоит в том, чтобы рассчитать путь яхты в условиях воздействия ветра при заданном курсе (компасном или истинном). Это возможно, например, тогда, когда яхтенный рулевой по своему усмотрению ложится на курс, при котором яхта имеет максимальную скорость. Прямая задача по учету ветра решается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & \text{КК} = \\
 & + \\
 & \Delta \text{МК} = \\
 & \hline
 & \text{ИК} = \\
 & + \\
 & \alpha = \\
 & \hline
 & \text{ПУ}_{\alpha} =
 \end{aligned}$$

На практике судоводитель чаще встречается с решением обратной задачи, суть которой заключается в том, чтобы по заданной линии пути с учетом дрейфа определить компасный курс, который должен держать рулевой. Надо четко представлять, что любая линия, проведенная на карте, в условиях воздействия ветра является путевым углом с учетом дрейфа; при перемещении яхты по этой линии диаметральной плоскости яхты всегда направлена по линии истинного курса.

Решение обратной задачи по учету ветра выполняется таким образом:

$$\begin{aligned}
 & \text{ПУ}_{\alpha} = \\
 & - \\
 & \alpha = \\
 & \hline
 & \text{ИК} = \\
 & - \\
 & \Delta \text{МК} = \\
 & \hline
 & \text{КК} =
 \end{aligned}$$

### Примеры

1. Яхта следует  $\text{КК}=120^{\circ}$ . Пеленгованием дальнего конца кильватерной струи получили  $\text{ОКП}=115^{\circ}$ . Определить угол дрейфа.  $\alpha = \text{ОКП} - \text{КК}$ .  $\alpha = 115^{\circ} - 120^{\circ} = -5^{\circ}$ .
2. Яхта совершает переход в южной части Балтийского моря в условиях отсутствия течения. По приемоиндикатору «GPS-2»  $\text{ПУ}_{\alpha}=280^{\circ}$ , при этом  $\text{КК}=285^{\circ}$ .  $d_{\text{пр}}=5^{\circ}\text{W}$ .  $\delta=+4,3^{\circ}$ . Определить угол дрейфа.  $\alpha = \text{ПУ}_{\alpha} - \text{ИК}$ .  $\text{ИК} = \text{КК} + \Delta \text{МК}$ .

$$\Delta MK = d_{пр} + \delta. \quad \Delta MK = 5^\circ W + 4,3^\circ = -0,7^\circ. \quad \text{Округляем:} \\ \Delta MK = -1^\circ. \quad IK = 285^\circ - 1^\circ = 284^\circ. \quad \alpha = 280^\circ - 284^\circ = -4^\circ.$$

3. Яхта должна проследовать по линии пути  $310^\circ$ . Ветер 4 балла,  $\alpha = +3^\circ$ .  $\Delta MK = +2^\circ$ . Рассчитать КК.

$$IK = ПУ_\alpha - \alpha. \quad KK = IK - \Delta MK. \quad IK = 310^\circ - 3^\circ = 307^\circ. \quad KK = 307^\circ - 2^\circ = 305^\circ.$$

## 6.2. Учет воздействия течения

Учет воздействия течения актуален для судов, катеров, моторных яхт, а также для парусных яхт в тех редких случаях, когда они вынуждены следовать с использованием двигателя в условиях штилевой погоды.

При плавании в условиях воздействия течения диаметральной плоскость яхты направлена по линии истинного курса, но яхта сносится с этой линии вместе с перемещающимся верхним слоем водной массы и в конечном счете следует по линии пути с учетом сноса ( $ПУ_\beta$ ).

Угол между линией пути с учетом сноса и линией истинного курса называется углом сноса и обозначается греческой буквой  $\beta$ . Таким образом,  $\beta = ПУ_\beta - IK$ ;  $ПУ_\beta = IK + \beta$ .

Угол сноса  $\beta$  имеет знак «+», когда течение направлено в левый борт, и знак «-», когда течение направлено в правый борт.

Учет воздействия на судно течения отличается от учета влияния ветра.

Поскольку яхта перемещается вместе с верхним слоем воды, относительный лаг, работающий в этом же слое, не может учесть влияния течения на скорость яхты (влияние ветра, как известно, нормально учитывается механическим или индукционным лагом).

Для учета течения необходимо достоверно знать его параметры — курс и скорость. Курс течения отличается от понятия «направление ветра»: если ветер «дует в компас», то течение, наоборот, «направлено из компаса».

Задачи по учету воздействия ветра решают математически, а влияние течения на судне чаще всего учиты-

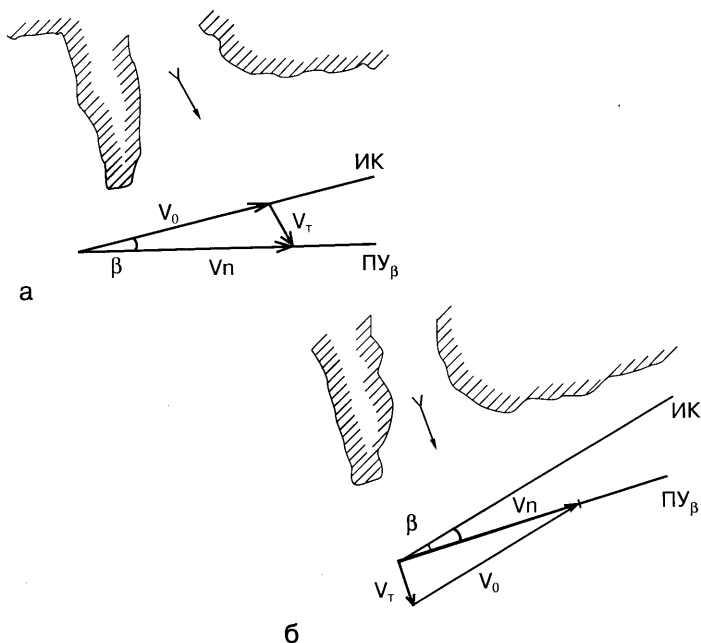


Рисунок 24. Графическое решение задач по учету течения:  
а — прямая задача; б — обратная задача

вают путем выполнения графических построений на морской навигационной карте, изображая на ней так называемый скоростной навигационный треугольник.

При этом, как и при учете влияния ветра, различают решение прямой и обратной задач по учету течения (рис. 24).

Прямую задачу решают тогда, когда задан курс яхты. Скоростной навигационный треугольник строят следующим образом. От исходной точки прокладывают линию истинного курса, на который откладывают вектор относительной скорости ( $V_0 = V_l \cdot K_l$ ).

Из конца этого вектора проводят вектор течения  $V_t$  с учетом его параметров — курса и скорости. Соединив исходную точку с концом вектора течения, получим на-

правление  $ПУ_\beta$  и вектор путевой скорости  $V_p$ . Для определения счислимого места яхты откладывают на линии истинного курса пройденное по лагу расстояние ( $S = ПОЛ \cdot Кл$ ) и эту точку переносят по направлению течения на путевой угол с учетом сноса ( $ПУ_\beta$ ). Таким образом, при решении прямой задачи направление движения судна и путевую скорость определяют графически, а угол сноса — по формуле  $\beta = ПУ_\beta - ИК$ .

По скоростному навигационному треугольнику можно рассчитать коэффициент путевой скорости — ее отношение к относительной скорости:  $K_{V_n} = V_n / V_o$ . Отсюда  $V_n = V_o \cdot K_{V_n}$  или  $V_n = V_l \cdot Кл \cdot K_{V_n}$ . Пройденное расстояние можно определить по формуле  $S = ПОЛ \cdot Кл \cdot K_{V_n}$ .

Зная коэффициент путевой скорости, можно откладывать пройденное расстояние непосредственно на линии пути с учетом сноса ( $ПУ_\beta$ ) для отыскания счислимого места.

Угол сноса и коэффициент путевой скорости можно также определить из таблиц приложений 2 и 3, применив не графический, а табличный способ учета течения, не очень распространенный в судоводительской практике.

Судоводители чаще решают обратную задачу, когда задана и проложена на карте линия пути и необходимо рассчитать соответствующий ей компасный курс с учетом течения с известными параметрами.

Обратная задача решается следующим образом. В исходной точке проводят вектор течения. Затем, поставив ножку циркуля в конец этого вектора, делают засечку на линии  $ПУ_\beta$  радиусом, равным относительной скорости судна. Соединив конец вектора течения  $V_t$  с этой засечкой, получают направление истинного курса, которое сразу же переносят в исходную точку, измеряют с помощью параллельной линейки и транспортира или плоттера. Определив истинный курс, рассчитывают курс по магнитному компасу.

Компасный курс и угол сноса определяют, выполняя следующие расчеты:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{ПУ}_\beta = & (\text{с карты}) & \text{ИК} = \\
 - & & - \\
 \text{ИК} = & (\text{с карты}, \triangle) & \triangle \text{МК} = \\
 \hline
 \beta = & & \text{КК} =
 \end{array}$$

Символ  $\triangle$  означает: после построения скоростного навигационного треугольника.

### 6.3. Учет совместного воздействия ветра и течения

В практике судовождения нередки случаи, когда ветер и течение действуют на судно одновременно. Для учета ветра и течения необходимо знать параметры течения, то есть его курс и скорость.

Различают течения постоянные и переменные.

Наиболее известны такие постоянные течения, как Гольфстрим на Атлантическом океане, Куроисио и Оясио на Тихом океане. Данные о постоянных течениях можно найти в атласах течений и в лоциях.

К переменным течениям относятся приливные и ветровые течения.

Приливные течения — это течения, вызываемые воздействием на поверхность Мирового океана сил притяжения Луны, Солнца и центробежной силы, возникающей вследствие суточного вращения Земли. Скорость приливного течения уменьшается по мере удаления от береговой черты. Вдали от берега, а также в закрытых морях влияние приливных течений крайне мало и оно не учитывается. К таким районам относятся Черное, Балтийское, Каспийское и Азовское моря.

Наиболее сильно приливные течения проявляются в Северном море у побережья Дании, ФРГ, Голландии, Бельгии, Франции и Великобритании, на Атлантике у побережья Франции, Испании и Португалии, в Английском канале, в Баренцевом, Охотском и Белом морях, в Японском море. Вблизи берегов, в узкостях и в устьях рек скорость приливных течений может достигать 6-8 уз.

Данные о приливных течениях можно получить из атласов приливных течений и из таблиц, помещенных на морских навигационных картах.

Ветровые течения обусловлены непосредственным воздействием ветра на водную поверхность, а также наклоном уровня поверхности и перераспределением плотности воды, вызванными действием ветра.

Скорость поверхностного ветрового течения можно рассчитать по формуле:

$$V_{TB} = 0,025 W / \sqrt{\sin \varphi},$$

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

$\varphi$  — широта места судна.

Интервал времени, за который ветровое течение набирает расчетную скорость, зависит от глубины моря и колеблется в пределах 2-20 ч.

Курс ветрового течения ориентировочно можно определить следующим образом. Для районов моря с глубинами более 50 м направление ветрового течения в Северном полушарии отклоняется примерно на  $45^\circ$  вправо от направления ветра, в Южном полушарии — влево на такую же величину. В мелководных районах этот угол равен примерно  $20-25^\circ$ .

Решение задач по учету совместного воздействия на судно ветра и течения осуществляется на морской навигационной карте графически.

Течение вызывает смещение судна с линии пути, по которому оно перемещалось бы с учетом ветра. Это смещение называют сносом. При этом считается, что угол сноса, обозначаемый греческой буквой  $\beta$ , имеет знак «+», если течение направлено в левый борт судна, и знак «-», если течение воздействует с правого борта.

При графическом учете совместного влияния на судно ветра и течения считают, что ветер смещает судно с истинного курса (ИК) на путевой угол с учетом дрейфа ( $ПУ_\alpha$ ), а течение сносит судно с  $ПУ_\alpha$  на путевой угол с учетом суммарного сноса ( $ПУ_\zeta$ ). На самом деле такая методика принята условно только для графических построений, ветер и течение воздействуют на судно одно-

временно. При влиянии внешних факторов судно перемещается по  $\text{ПУ}_C$ , а его диаметральной плоскость направлена по линии ИК.

Угол суммарного сноса обозначается строчной латинской буквой «с», имеет знак «+» или «-» и может быть рассчитан как алгебраическая сумма углов дрейфа и сноса ( $c = \alpha + \beta$ ) или как разность путевого угла с учетом суммарного сноса и истинного курса ( $c = \text{ПУ}_C - \text{ИК}$ ).

При учете течения следует также учитывать, что относительный лаг (механический или индукционный лаг, устанавливаемый на яхтах) не учитывает воздействия течения, поскольку определяет скорость и пройденное расстояние относительно верхнего слоя воды. Поэтому при графических построениях с учетом ветра и течения пройденное по лагу расстояние откладывают по линии  $\text{ПУ}_\alpha$  и конец этого отрезка переносят по направлению течения на  $\text{ПУ}_C$  для определения счислимого места.

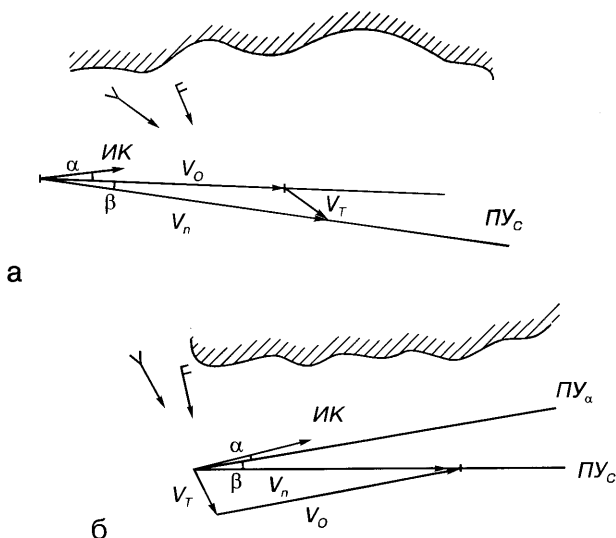


Рисунок 25. Графическое решение задач по совместному учету ветра и течения: а — прямая задача; б — обратная задача

При совместном учете ветра и течения, как и при учете ветра, различают решение прямой и обратной задачи. Прямую задачу решают тогда, когда задан курс, обратную — когда задан путевой угол (рис. 25).

Решение прямой задачи выполняют, определяя в конечном счете путевой угол яхты. На путевом угле с учетом ветра ( $ПУ_{\alpha}$ ) откладывают вектор относительной скорости ( $V_0 = V_l \cdot Kl$ ), из конца этого вектора проводят вектор течения. Соединив исходную точку с концом вектора течения, определяют путевую скорость и путевой угол с учетом суммарного сноса. Необходимые расчеты могут быть выполнены следующим образом.

$$\begin{array}{rcl}
 & \text{КК} = & \text{ПУс} = (\text{с карты}, \triangle) \\
 + & & - \\
 & \triangle \text{МК} = & \text{ИК} = \\
 \hline
 & \text{ИК} = & \text{с} = \\
 + & & \\
 & \alpha = & \\
 \hline
 & \text{ПУ}_{\alpha} = &
 \end{array}$$

Символ  $\triangle$  означает: после решения скоростного навигационного треугольника.

При переходе или круизном плавании чаще решают обратную задачу, суть которой состоит в определении компасного курса, который необходим для следования по заданной линии пути. Решение обратной задачи начинается с того, что в исходной точке проводят вектор течения. Затем, поставив ножку циркуля в конец этого вектора, делают засечку на путевом угле с учетом суммарного сноса радиусом, равным относительной скорости судна. Соединив конец вектора течения с засечкой, получают скоростной навигационный треугольник, стороны которого позволяют определить путевую скорость яхты ( $V_{п}$ ) и направление путевого угла с учетом дрейфа ( $ПУ_{\alpha}$ ).

Компасный курс и угол суммарного сноса определяют, выполняя следующие расчеты:

|                                                          |           |              |
|----------------------------------------------------------|-----------|--------------|
| ПУс= (с карты)                                           | $\alpha=$ | ПУс=         |
| —                                                        | +         | —            |
| ПУ <sub><math>\alpha</math></sub> = (с карты, $\Delta$ ) | $\beta=$  | с=           |
| <hr/>                                                    | <hr/>     | <hr/>        |
| $\beta=$                                                 | с=        | ИК =         |
|                                                          |           | —            |
|                                                          |           | $\Delta MK=$ |
|                                                          |           | <hr/>        |
|                                                          |           | КК=          |

Выполнение графических построений по учету ветра и течения на яхте может быть затруднено из-за дискомфортных условий ведения навигационной прокладки. В связи с этим можно использовать табличный способ учета влияния течения, приведенный в приложениях 2 и 3.

Приложение 2 позволяет определить угол сноса  $\beta$ , а приложение 3 — выбрать коэффициент путевой скорости для определения счислимого места, откладывая пройденное расстояние непосредственно на линии пути с учетом суммарного сноса. В этом случае пройденное расстояние определяется по формуле  $S = РОЛ \cdot K_l \cdot K_{Vn}$ .

В обоих приложениях входными аргументами в таблицы являются соотношение скорости течения и скорости судна (допустимо использование лаговой скорости) и разность между курсом течения и путевым углом судна.

#### 6.4. Учет воздействия ветра при выполнении лавировки

В условиях морского плавания при встречном ветре экипаж яхты вынужден выполнять лавировку, следуя относительно намеченного генерального курса то правым, то левым галсами.

*Лавировка* является сложным приемом, выполнение которого зависит от опыта и интуиции яхтенного капитана и рулевого. При плавании в лавировку курс яхты определяется направлением ветра, которое может измениться, улучшив или осложнив ситуацию.

Если лавировка (рис. 26) осуществляется в условиях устойчивого встречного ветра, то она может быть симметричной. В этих условиях продолжительность нахождения яхты на галсе зависит от угла лавировки (угол между генеральным курсом и линией пути яхты). При равенстве углов правого и левого галсов их продолжительность одинакова.

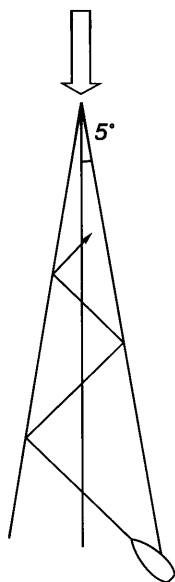
При симметричной лавировке сначала на карту наносят направление истинного ветра от точки, в которую следует яхта. Затем проводят линии ограничения галсов, между которыми яхта будет выполнять лавировку. Линии ограничения галсов могут быть расходящимися от точки назначения либо параллельными направлению ветра; в зависимости от этого лавировка будет короткой или длинной.

В условиях воздействия ветра, неустойчивого по направлению и силе, обычно выполняют несимметричную лавировку. В этом случае первую линию ограничения галсов проводят по направлению ветра, а вторую — со стороны предполагаемого изменения (отхода) ветра. Когда ветер окончательно изменит направление, можно будет следовать непосредственно в намеченную точку.

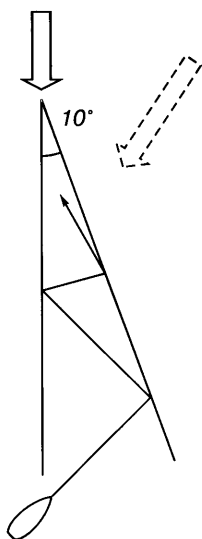
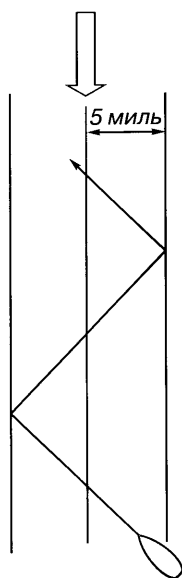
Если при выполнении лавировки ветер заходит настолько, что яхта теряет скорость на заданном курсе, то яхтенный капитан должен принять решение о смене галса.

При неустойчивом ветре курс рулевому не задают, а ставят задачу править по парусу в поисках ветра, придерживаясь по возможности ближе к генеральному курсу.

В ходе выполнения лавировки особое внимание должно быть уделено вопросам обеспечения безопасности плавания. Ранее навигационная безопасность в значительной мере зависела от точности графического счисления. Сейчас неоценимую помощь может оказать приемоиндикатор спутниковой радионавигационной системы GPS, на экране которого индицируются обсер-



а



б

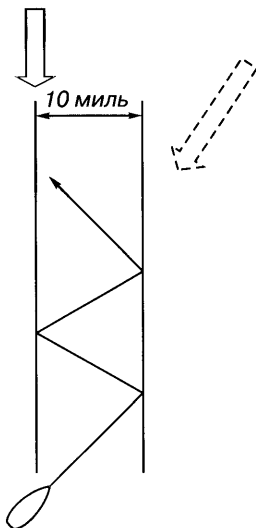


Рисунок 26. Выполнение симметричной (а) и несимметричной (б) лавировки

вованные координаты в текущем масштабе времени и путевой угол. Приемоиндикатор можно использовать в режиме «компас». Кроме того, вся лавировка, выполненная на карте, может быть осуществлена в режиме плавания по путевым точкам, в качестве которых принимаются точки поворота на новый галс.

### 6.5. Учет приливных течений и колебаний глубин

Приливные течения и колебания уровня моря обусловлены силами притяжения, существующими между Землей, Луной и Солнцем.

Масса Солнца огромна. Общая масса всех планет солнечной системы составляет всего 0,13% от массы Солнца. Но расстояние от Земли до Солнца 150 млн км, а до Луны — всего 380 тыс. км. Поэтому Луна играет основную роль в приливных явлениях. Приливообразующая сила Луны в 2,17 раза больше приливообразующей силы Солнца.

Приливообразующая сила Луны является результатом взаимодействия силы притяжения Луны и центробежной силы, возникающей из-за вращения системы Земля-Луна вокруг общего центра тяжести.

Силы притяжения Луны имеют различные направления и величины в зависимости от удаления точки на Земле от Луны. Притяжение Луны будет наибольшим, когда Луна находится на меридиане кульминации, т. е. в зените, наименьшим — когда Луна находится в надире. На половине Земли, обращенной к Луне, сила притяжения Луны превышает центробежную силу, на противоположной стороне Земли — наоборот, меньше центробежной силы. В центре Земли обе силы уравниваются друг друга (иначе Луна сошла бы со своей орбиты).

Таким образом, на поверхности Земли получается небольшая остаточная сила — приливообразующая сила Луны. По сравнению с силой тяжести эта сила очень мала. Если ее разложить на две составляющие — силу, направленную против силы тяжести, и силу, направленную

по касательной к поверхности Земли, — то обе величины окажутся крайне малыми. Однако горизонтальная составляющая оказывается сопоставимой с другими природными силами. Это явление можно понять на простом примере: поднять яхту из воды можно только подъемным краном, а оттолкнуть от пирса — это легкая задача.

Именно горизонтальная составляющая приливообразующих сил Луны и Солнца вызывают приливы в Мировом океане, из-за которых возникают приливные течения и колебания уровня воды.

Приливы делятся на суточные, полусуточные и смешанные (неправильные суточные и неправильные полусуточные).

Суточные приливы характеризуются тем, что в течение лунных суток бывает одна полная и одна малая вода.

В большинстве районов Земли отмечаются полусуточные приливы, которые характеризуются тем, что в течение лунных суток бывают две полных и две малых воды, причем высоты двух последовательных полных или малых вод мало разнятся, т. е. суточные неравенства в высотах незначительны.

В пределах всего Атлантического океана и в ряде районов Тихого океана, в Баренцевом и Белом морях наблюдаются полусуточные приливы.

Приливные течения и колебания уровня воды проявляются в наибольшей степени в прибрежных районах морей и океанов, в узкостях и устьях рек. Действия приливов не наблюдаются в закрытых морях (Балтийское, Черное, Азовское, Каспийское, Аральское) и вдали от берегов.

Приливные явления в наибольшей степени зависят от возраста Луны. Наиболее сильные течения и колебания уровня воды наблюдаются в сизигию, когда Луна в зените или надире (возраст Луны 0 или 15 суток). Наименьшие скорости приливных течений и колебания глубин отмечаются в квадратуру, когда возраст Луны 7,5 или 22,5 суток (рис. 27, 28).

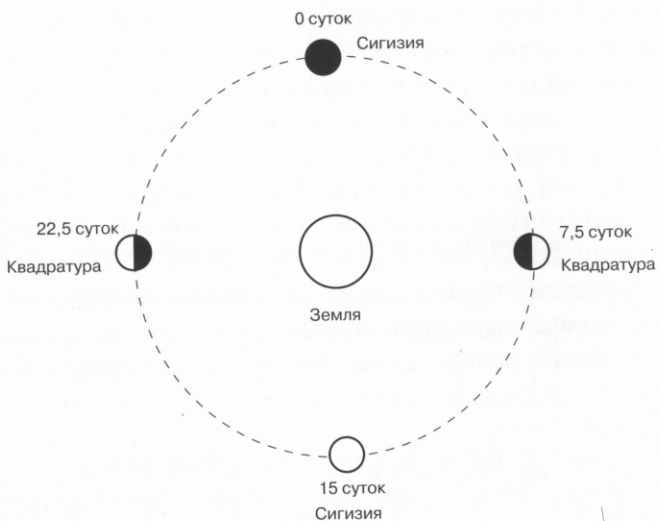


Рисунок 27. Зависимость характера приливов от возраста Луны

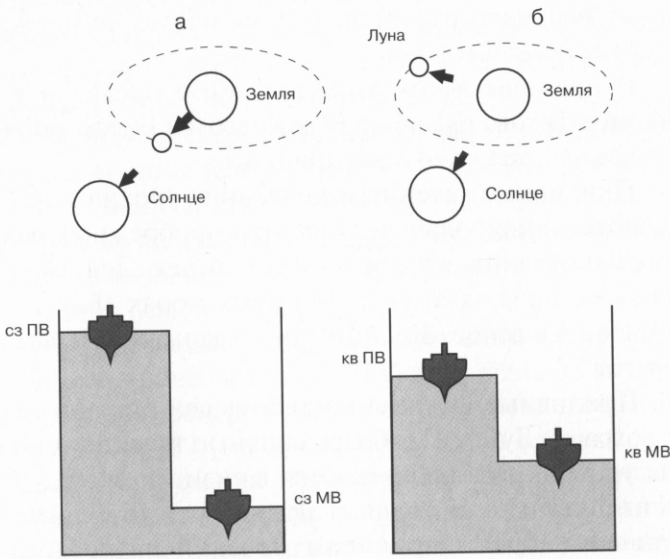


Рисунок 28. Характер приливов: а — сигизия, б — квадратура

Следовательно, судоводитель для учета приливных явлений должен прежде всего определить возраст Луны и установить, к сизигии или к квадратуре относится дата плавания. Это можно сделать с использованием морского астрономического ежегодника (МАЕ), в котором возраст Луны указывается на каждую дату. Характер приливов определяется от дат сизигии или квадратуры  $\pm 2$  суток.

Для учета приливных течений и колебаний глубин кроме МАЕ необходимы атласы течений и таблицы приливов, которые содержат подробные описания их использования.

*Определение приливных течений.* Приливные течения — это переменные течения, направления и скорость которых меняются непрерывно по времени и месту. Учитывать такое течение сложно, поэтому условно принимается, что приливное течение имеет постоянные параметры в промежутке времени 1 час.

На некоторых морских навигационных картах имеются таблицы сведений о течениях и элементах прилива в отдельных пунктах. Для пользования этими таблицами необходимо иметь морской астрономический ежегодник и таблицы приливов (для данного района).

Образец таких таблиц для района Бискайского залива приведен ниже.

Входными аргументами в таблицу сведений о течениях являются водный час, характер приливного течения и условные обозначения районов, показанные на картах буквами А, В, С, D и т. д. внутри ромба сиреневого цвета.

Водный час — это округленная до целого часа разность судового времени ( $T_c$ ), на которое ведется расчет, и судового времени наступления полной воды ( $T_{ПВ}$ ) в заданном пункте, т. е.  $ВЧ = T_c - T_{ПВ}$ .

Если, например, по таблицам приливов установлено, что для данной даты время полной воды в пункте

# 6. УЧЕТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СУДНО ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

## СВЕДЕНИЯ О ТЕЧЕНИЯХ

| Часы                                  |   | А шир. 47°37,7'<br>долг. 3°59,5' |              |     | Б шир. 47°34,0'<br>долг. 3°23,5' |              |     | В шир. 47°25,8'<br>долг. 3°17,3' |                   |      |                  | Г шир. 47°19,0'<br>долг. 3°01,5' |     |                  |              |    |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|--------------|-----|----------------------------------|--------------|-----|----------------------------------|-------------------|------|------------------|----------------------------------|-----|------------------|--------------|----|
|                                       |   | Направ-<br>ление                 | Скорость, уз |     | Направ-<br>ление                 | Скорость, уз |     | Направ-<br>ление                 | Ско-<br>рость, уз |      | Направ-<br>ление | Ско-<br>рость, уз                |     | Направ-<br>ление | Скорость, уз |    |
|                                       |   |                                  | сз           | кв  |                                  | сз           | кв  |                                  | сз                | кв   |                  | сз                               | кв  |                  | сз           | кв |
| До<br>полной<br>воды в<br>Пор-Тюди    | 6 | 320°                             | —            | 0,4 | 330°                             | 1,5          | 0,8 | 5°                               | 0,4               | 335° | 0,3              | 330°                             | 1,1 | 0,6              |              |    |
|                                       | 5 | 0°                               | —            | 0,2 | 25°                              | 0,8          | 0,4 | 40°                              | 0,6               | 25°  | 0,3              | 345°                             | 1,3 | 0,7              |              |    |
|                                       | 4 | 45°                              | —            | 0,3 | 50°                              | 0,8          | 0,4 | 55°                              | 0,8               | 55°  | 0,5              | 5°                               | 1,4 | 0,7              |              |    |
|                                       | 3 | 75°                              | —            | 0,4 | 75°                              | 1,4          | 0,7 | 65°                              | 0,9               | 65°  | 0,4              | 20°                              | 1,5 | 0,8              |              |    |
|                                       | 2 | 100°                             | —            | 0,4 | 105°                             | 1,4          | 0,6 | 75°                              | 0,8               | 80°  | 0,3              | 60°                              | 1,4 | 0,7              |              |    |
|                                       | 1 | 120°                             | —            | 0,5 | 105°                             | 1,5          | 0,7 | 90°                              | 0,5               | 105° | 0,2              | 125°                             | 1,5 | 0,8              |              |    |
| Полная вода                           | 1 | 140°                             | —            | 0,5 | 115°                             | 1,2          | 0,6 | 145°                             | 0,3               | 120° | 0,2              | 140°                             | 1,5 | 0,8              |              |    |
|                                       | 2 | 150°                             | —            | 0,3 | 155°                             | 0,8          | 0,4 | 175°                             | 0,6               | 135° | 0,2              | 145°                             | 1,5 | 0,8              |              |    |
| После<br>полной<br>воды в<br>Пор-Тюди | 2 | 200°                             | —            | 0,2 | 195°                             | 0,5          | 0,2 | 215°                             | 1,0               | 165° | 0,1              | 150°                             | 1,5 | 0,8              |              |    |
|                                       | 3 | 255°                             | —            | 0,3 | 240°                             | 1,6          | 0,8 | 240°                             | 1,2               | 210° | 0,5              | 180°                             | 1,4 | 0,7              |              |    |
|                                       | 4 | 275°                             | —            | 0,6 | 245°                             | 1,8          | 0,9 | 265°                             | 1,1               | 235° | 0,6              | 215°                             | 1,1 | 0,6              |              |    |
|                                       | 5 | 285°                             | —            | 0,5 | 280°                             | 1,5          | 0,7 | 285°                             | 0,7               | 260° | 0,5              | 270°                             | 1,2 | 0,6              |              |    |
|                                       | 6 | 310°                             | —            | 0,4 | —                                | —            | —   | 330°                             | 0,4               | 300° | 0,4              | —                                | —   | —                |              |    |

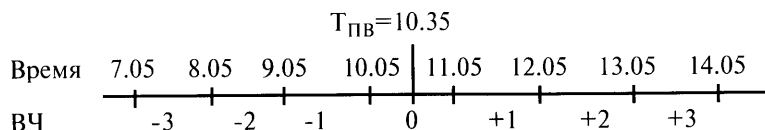
| Часы                                    |   | Д шир. 47°09,5'<br>долг. 2°21,5' |              | Е шир. 46°53,2'<br>долг. 2°18,0' |                  |              |     |
|-----------------------------------------|---|----------------------------------|--------------|----------------------------------|------------------|--------------|-----|
|                                         |   | Направ-<br>ление                 | Скорость, уз |                                  | Направ-<br>ление | Скорость, уз |     |
|                                         |   |                                  | сз           | кв                               |                  | сз           | кв  |
| До<br>полной<br>воды в<br>Сен-Назаре    | 6 | 290°                             | 0,6          | 0,3                              | —                | 0,0          | 0,0 |
|                                         | 5 | 40°                              | 0,5          | 0,3                              | 45°              | 0,6          | 0,3 |
|                                         | 4 | 75°                              | 1,0          | 0,5                              | 50°              | 0,8          | 0,4 |
|                                         | 3 | 82°                              | 1,2          | 0,6                              | 90°              | 0,4          | 0,2 |
|                                         | 2 | 90°                              | 1,2          | 0,6                              | 110°             | 0,2          | 0,1 |
|                                         | 1 | 90°                              | 0,6          | 0,3                              | 140°             | 0,2          | 0,1 |
| Полная вода                             | 1 | 130°                             | 0,3          | 0,2                              | 185°             | 0,8          | 0,4 |
|                                         | 2 | 225°                             | 0,4          | 0,2                              | 205°             | 1,0          | 0,5 |
| После<br>полной<br>воды в<br>Сен-Назаре | 2 | 230°                             | 0,8          | 0,4                              | 230°             | 1,4          | 0,7 |
|                                         | 3 | 250°                             | 1,2          | 0,6                              | 250°             | 1,4          | 0,7 |
|                                         | 4 | 255°                             | 1,5          | 0,8                              | 250°             | 1,4          | 0,7 |
|                                         | 5 | 285°                             | 1,2          | 0,6                              | 250°             | 0,8          | 0,4 |
|                                         | 6 | —                                | —            | —                                | —                | —            | —   |

## ЭЛЕМЕНТЫ ПРИЛИВА

| Пункт                    | Широта,<br>долгота | Высота над нулем глубин, м |          |          |          |
|--------------------------|--------------------|----------------------------|----------|----------|----------|
|                          |                    | ср сз ПВ                   | ср кв ПВ | ср кв МВ | ср сз МВ |
| Порт Пор-Тюди            | 47°39'<br>3°27'    | 5,1                        | 4,0      | 2,1      | 0,9      |
| Гавань Мария             | 47°29'<br>3°08'    | 5,1                        | 3,9      | 1,8      | 0,7      |
| Порт Ле-Пале             | 47°21'<br>3°09'    | 5,2                        | 4,0      | 2,0      | 0,8      |
| Порт Ле-Круазик          | 47°18'<br>2°31'    | 5,2                        | 4,1      | 1,9      | 0,5      |
| Мыс Сен-Жильда           | 47°08'<br>2°15'    | 5,3                        | 4,1      | 1,9      | 0,6      |
| Порт Жуэнвиль            | 46°44'<br>2°21'    | 5,2                        | 4,1      | 2,1      | 0,8      |
| Порт Сен-Жиль-Круа-де-Ви | 46°41'<br>1°56'    | 5,3                        | 4,2      | 2,1      | 0,8      |

Пор-Тюди 10.35, то это означает: 10.35 — середина водного часа «Нуль». Промежуток каждого часа составляет  $\pm 30$  мин от его середины, следовательно, ВЧ «0» — 10.05-11.05, ВЧ «+1» — 11.05-12.05, ВЧ «+2» — 12.05-13.05 и т. д.

Схему водного часа для пункта Пор-Тюди можно изобразить так:



Курс течения выбирают на каждый водный час применительно к району плавания, а скорость течения — еще и с учетом характера прилива (сизигия или квадратура) по возрасту Луны с использованием МАЕ.

Если ежегодник на яхте отсутствует, то возраст Луны можно определить по формуле:

$$B_{\text{Л}} = Д + М + Л,$$

где Д — дата;

М — номер месяца;

Л — лунное число, которое каждый год изменяется на 11 (разница между тропическим годом в 365 дней и лунным годом в 354 дня).

Лунное число в 2001 г. было равно 3, в 2002 г. — 14, в 2003 г. будет равно 25, в 2004 г. — 6, в 2005 г. — 17, в 2006 г. — 28, в 2007 г. — 9 и т. д. (если значение лунного числа превышает 30, то это число вычитается).

### Примеры

1. Определить возраст Луны и характер прилива на 19 августа 2003 г.  $B_{\text{Л}} = Д + М + Л$ .  $B_{\text{Л}} = 19 + 8 + 25 = 52$ . Вычтя число 30, получим  $B_{\text{Л}} = 22$  суток. Характер прилива — квадратура.
2. Определить возраст Луны и характер прилива на 9 мая 2005 г.  $B_{\text{Л}} = 9 + 5 + 17 = 31$ .  $B_{\text{Л}} = 1$  сутки. Характер прилива — сизигия.

Таким образом, проложив на карте линию пути яхты, яхтсмен должен на этой линии нанести числимые

точки с учетом путевой скорости на начало каждого водного часа и при изменяющихся параметрах приливного течения решить многократно задачу по его учету для определения компасных курсов, которые надо изменять каждый час. Понятно, что для яхтенных условий это крайне сложная задача.

Если на яхте используется приемоиндикатор системы GPS, то решение этой навигационной задачи будет несложным: в режиме «компас» или «плавание по путевым точкам» приемоиндикатор даст возможность следовать по заданной линии пути. При этом компасный курс будет корректироваться в соответствии с меняющимися параметрами приливного течения, а на карте не надо будет выполнять сложных графических построений.

*Определение элементов прилива.* Глубина, которая приведена на карте, является так называемым нулем глубин. За такой уровень принята наименьшая глубина, которая возможна по теоретическим расчетам, то есть низший уровень малых сизигийных вод.

Другими словами, глубины, меньшей чем указанный на карте нуль глубин, быть не должно.

В таблице, помещенной на карте, приведены положительные поправки к нулю глубин в отдельных пунктах. Из таблицы видно, что наименьшие значения этих поправок относятся к уровню малых сизигийных вод.

Очевидно, что для того чтобы получить глубину под килем, надо из значения глубины вычесть осадку яхты.

## **7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОИНДИКАТОРОВ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ GPS**

### 7.1. Возможность определения географических координат

В навигации существует определение обсервации — это комплекс мероприятий, который выполняет судоводитель для определения места судна.

Этот процесс существенно упрощается, если на судне используется приемоиндикатор СРНС GPS, поскольку на экране приемоиндикатора в текущем масштабе времени отображаются географические координаты — широта и долгота.

Точность определения координат, как указывалось ранее, высока. Средняя квадратическая погрешность обсервации, принятая для общего мореплавания, составляет 100 м, в дифференциальном режиме (для плавания в узкостях) с вероятностью 95% — 10 м. Такую точность обсерваций невозможно получить визуальными способами или с использованием других технических средств.

Приемоиндикаторы системы GPS получили широкое распространение на яхтах, стали поистине незаменимыми техническими средствами навигации.

### 7.2. Плавание в режиме «компас» и по путевым точкам

Приемоиндикатор (ПИ) системы GPS возможно использовать в качестве курсоуказателя. Несомненным достоинством приемоиндикатора является его способность индицировать на экране путевой угол, то есть путь судна (яхты) с учетом раздельного или суммарного воздействия ветра и течения, а также определять абсолютную скорость и пройденное расстояние.

В последнее время появились образцы приемоиндикаторов, имеющих встроенный магнитный компас. Это означает, что такой приемоиндикатор в полной мере может использоваться на яхте в качестве курсоуказателя. При этом пока не исключается необходимость использования путевого магнитного компаса.

Поскольку приемоиндикатор системы GPS на яхте обычно не сопряжен с компасом, он не может опреде-

лять углы дрейфа, сноса или суммарного сноса. Эти углы можно определить, выполнив несложные расчеты по следующим формулам:

$$ИК = КК + \Delta МК; \alpha = ПУ_{\alpha} - ИК;$$

$$\beta = ПУ_{\beta} - ИК; c = ПУ_c - ИК.$$

В режиме «компас» на экране приемоиндикатора отображаются путевой угол, абсолютная скорость судна и расчетное время нахождения в пути до пункта назначения.

Приемоиндикатор системы GPS позволяет осуществлять плавание по заранее разработанным маршрутам с использованием путевых точек. В портативный приемоиндикатор могут быть введены, например, 500 путевых точек на 20 инвертируемых маршрутах, каждый из которых может содержать до 30 путевых точек.

При плавании по путевым точкам на экране приемоиндикатора высвечиваются условное обозначение, символ или номер путевой точки, пеленг на нее и расстояние до этой точки, путевой угол, абсолютная скорость и время нахождения в пути до заданной точки. Некоторые типы приемоиндикаторов имеют режим виртуальной прокладки, отображающий отклонение от заданной линии пути.

Приемоиндикаторы системы GPS, предназначенные для использования на судах, катерах и яхтах, имеют дополнительную функцию, обозначаемую аббревиатурой MOB («man overboard» — «человек за бортом»). При нажатии кнопки с таким обозначением (обычно — кнопка красного цвета) на экране фиксируются координаты точки, в которой произошло падение человека за борт, и постоянно отображаются пеленг на эту точку и дистанция до нее для обеспечения выполнения спасательной операции.

### 7.3. Некоторые сокращения, используемые в приемоиндикаторах системы GPS

Ниже приводятся сокращения, их значения по-английски и соответствующие им термины, применяемые в практической навигации.

Знание этой терминологии поможет яхтсмену в освоении пользования приемоиндикатором любого типа.

|     |                           |                                     |
|-----|---------------------------|-------------------------------------|
| ALT | Altitude                  | Высота над уровнем моря             |
| BRG | Bearing                   | Пеленг                              |
| DST | Distance                  | Дистанция                           |
| EPE | Estimated position error  | Расчетная погрешность<br>обсервации |
| ETA | Estimated time of arrival | Расчетное время прибы-<br>тия       |
| ETE | Estimated time enroute    | Расчетное время в пути              |
| MOB | Man overboard             | Человек за бортом                   |
| PSN | Position                  | Позиция, место                      |
| SPD | Speed                     | Абсолютная скорость                 |
| TRK | Track                     | Путь, путевой угол                  |
| TTG | Time to go                | Время перехода                      |
| WPT | Waypoint                  | Путевая точка                       |
| -   | Trip                      | Пройденное расстояние               |



## **8. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОБСЕРВАЦИЙ**

### 8.1. Основы чтения радиолокационного изображения.

#### Точность измерения радиолокационных расстояния и пеленга

Судовая РЛС является высокоэффективным средством обеспечения навигационной безопасности.

Главным достоинством РЛС является ее способность вести наблюдение, определять местонахождение объектов и своего судна в условиях ограниченной видимости.

При вращении антенны РЛС синхронно с ней на индикаторе кругового обзора вращается луч развертки и отображается навигационная обстановка. Береговая черта и другие объекты высвечиваются в виде светлых пятен, а место своего судна в режиме относительного движения обозначается точкой в начале развертки, то есть в центре экрана.

Береговые объекты обладают различной отражающей способностью и на экране РЛС отображаются по-разному. Низкий берег с пляжами и болотистой почвой обнаруживается ненадежно и на малых расстояниях. Высокие обрывистые берега, скалы, острова, искусственные сооружения из металла и бетона дают на экране четкие контуры изображений.

Такие объекты в море, как буи, бочки, катера, суда, буровые вышки выглядят на экране индикатора РЛС одинаково — в виде пятна, растянутого на больших расстояниях в поперечном направлении по отношению к лучу развертки, а на малых расстояниях — вдоль этого луча.

Для улучшения отражающей способности навигационных ориентиров, например, буев, на них устанавливаются уголкового (пассивные) радиолокационные отражатели. Такие отражатели используют и на яхтах.

Некоторые маяки, а также буи, устанавливаемые в районах интенсивного судоходства и в системах разделения движения судов, оборудованы радиолокационными маяками-ответчиками — приемопередающими устрой-

ствами, излучающими радиолокационные сигналы после облучения их судовой РЛС. РЛМк(отв) дает возможность судоводителю не только определить до него расстояние и пеленг, но и точно опознать, так как на индикаторе судовой РЛС по пеленгу на ориентир за отметкой его дальности виден опознавательный сигнал в виде сочетаний точек и тире либо определенных символов.

Считается, что РЛС измеряет расстояние с точностью 1% от используемой шкалы дальности, пеленг — с точностью 1–1,5°. Надо учитывать, что на яхте, как правило, РЛС не сопряжена с компасом, используется в режиме ориентации изображения «курс», поэтому возможно получить направление на объект или ориентир только в виде радиолокационного курсового угла (РЛКУ). В этих условиях истинный пеленг, который следует проложить на карте, необходимо рассчитать по формулам:

$$КП = КК + РЛКУ; ИП = КП + \Delta МК.$$

## 8.2. Определение места судна с использованием РЛС

Поскольку судовая РЛС дает возможность измерить два навигационных параметра — пеленг или курсовой угол на ориентир и дистанцию до него, то все способы определения места по точечным ориентирам представляют собой комбинацию измерения и прокладки расстояний и пеленгов:

- пеленг на ориентир и расстояние до него;
- расстояния до двух ориентиров;
- расстояния до трех ориентиров;
- пеленги на два или три ориентира. Этот способ обсерваций в данном подразделе не рассматривается, так как в принципе не отличается от определения места судна по двум или трем визуальным пеленгам.

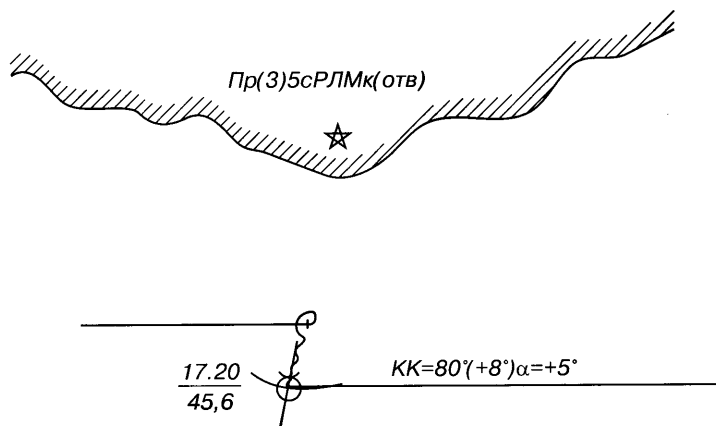
Судоводители, используя РЛС для выполнения обсерваций, отдают предпочтение способам, учитывающим расстояние в качестве навигационного параметра.

Кроме того, навигационные ориентиры, выбранные для радиолокационных обсерваций, должны быть точно опознаны. Ошибка в опознавании навигационных ориентиров может привести к тяжелым последствиям.

Рассмотрим способы обсерваций с использованием судовой радиолокационной станции.

*Пеленг на ориентир и расстояние до него (рис. 29).* В качестве навигационного ориентира используют хорошо видимый на экране индикатора РЛС естественный ориентир (мыс, оконечность острова, небольшой остров, гора и т.п.) или радиолокационный маяк-ответчик.

Рассчитав компасный пеленг и исправив его поправкой магнитного компаса (формулы подраздела 8.1), получают истинный пеленг и прокладывают его на карте от навигационного ориентира. С центром окружности в точке этого же ориентира проводят дугу изостадии радиусом, равным измеренному расстоянию. Пересечение истинного пеленга и изостадии даст обсервованное место судна. Точность такого места будет максимальной, поскольку пеленг и линия положения (касательная к



*Рисунок 29. Обсервация с использованием судовой РЛС по пеленгу на ориентир и расстоянию до него*

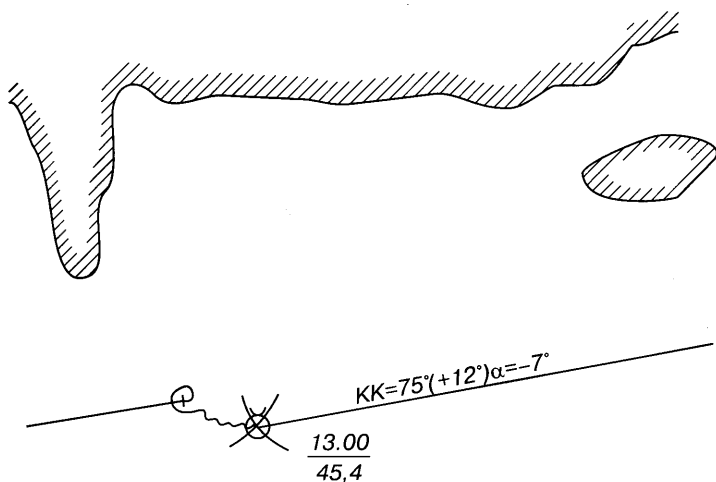


Рисунок 30. Обсервация с использованием судовой РЛС по расстояниям до двух ориентиров

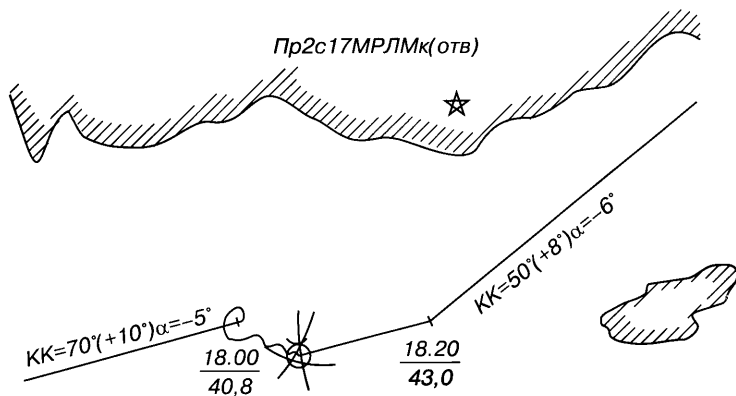


Рисунок 31. Обсервация с использованием судовой РЛС по расстояниям до трех ориентиров

изостадии в месте судна) пересекаются под прямым углом.

*Расстояния до двух ориентиров (рис. 30).* Этот способ обсервации широко применяется на практике. Место судна определяется в пересечении двух изостадий. Навигационные ориентиры желательно выбрать таким образом, чтобы линии положения пересекались под углом, близким к прямому. Дистанции до ориентиров, находящихся по корме или по носу судна, измеряют в последнюю очередь, так как в этих случаях дистанция как навигационный параметр изменяется наиболее быстро. Выполнение этих двух условий позволит получить место судна на карте с максимальной точностью.

*Расстояния до трех ориентиров (рис. 31).* Способ обсервации предпочтительнее описанного выше, поскольку любую из трех проложенных на карте изостадий можно считать контрольной по отношению к двум другим, что уменьшает вероятность промаха при определении места судна. Порядок и условия выполнения обсервации такие же, как и по расстояниям до двух ориентиров. Если изостадии, пересекаясь, образуют треугольник со стороной менее 0,5 мили, то место судна определяют в центре треугольника.

Если пересечение изостадий даст треугольник значительных размеров, то не исключено наличие промаха при определении дистанций или нанесении изостадий. В этом случае обсервацию повторяют.

**9. МОРСКАЯ ЛОЦИЯ,  
ТЕРМИНОЛОГИЯ  
ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ  
И НАВИГАЦИОННЫХ  
ОПАСНОСТЕЙ**

Морская лоция, являясь одной из дисциплин науки «навигация», занимается изучением навигационного оборудования морских бассейнов и использования навигационных пособий.

Знание вопросов морской лотии дает возможность судоводителю «читать» морскую навигационную карту, правильно пользоваться навигационными руководствами и пособиями при подготовке к плаванию и в ходе его выполнения.

Во время плавания судоводитель, используя морские карты и руководства по мореплаванию, встречается с рядом специальных терминов. В основном эти термины определяют формы береговой черты, пути морских судов, портовые гидротехнические сооружения, различные виды грунтов и навигационные опасности.

**Формы береговой черты и гидротехнические сооружения.** *Залив* — часть океана, вдающаяся в сушу. *Бухта* — небольшой залив. *Губа* — местное название заливов в устьях рек. *Фьорд* — узкий, глубокий залив с высокими крутыми берегами, далеко вдающийся в сушу. *Шхеры* — скопление множества островов, надводных и подводных скал и камней в прибрежном районе. *Пролив* — узкое водное пространство, соединяющее два смежных водных бассейна — океан с морем, море с морем. *Морской канал* — искусственно прорытый в морском дне проход для судов через мелководье. *Фарватер* — безопасный для судов проход среди мелей и различного рода других опасностей, огражденный предостерегающими знаками. Различают фарватеры морские, шхерные, минные и др. *Рейд* — водное пространство у берега или среди островов с глубинами, пригодными для якорной стоянки. Рейд используют для стоянки, а иногда и для перегрузки грузов с одного судна на другое. *Порт* — прибрежная акватория, огражденная от волнения, а также прилегающая к ней оборудованная полоса берега, предназначенная для обслуживания морских судов. Порты оборудуют грузо-

выми и пассажирскими причалами, складами, средствами механизации, судоремонтными базами. *Гавань* — часть акватории порта, защищенная от ветра и волнения, предназначенная для стоянки судов и выполнения грузовых операций. *Мол* — внешнее оградительное сооружение порта, связанное с берегом. *Волнолом* — внешнее оградительное сооружение, не связанное с берегом. *Причал* — общее название места стоянки судов в порту. Причалами могут служить молы, набережные, пирсы, дебаркадеры. *Пирс* — причальное сооружение, расположенное перпендикулярно берегу и служащее для швартовки судов. *Дебаркадер* — понтон, закрепленный у берега, служащий для швартовки судов и выполнения грузовых операций.

**Грунт морского дна.** *Грунтом* называется слой дна водоема, представляющий собой выход коренных пород, но чаще — наносные отложения. Грунты бывают неорганические (песок, ил, глина, гравий и т. д.) и органические (ракушка, кораллы, водоросли). *Песок* — грунт, содержащий менее 5% частиц размером 0,01 мм. *Илистый песок* — грунт, содержащий 5-10% частиц размером менее 0,01 мм. *Песчаный ил* — грунт, содержащий 10-30% частиц размером меньше 0,01 мм. *Ил* — грунт, содержащий 30-35% частиц размером меньше 0,01 мм. *Глинистый ил* — грунт, содержащий более 50% частиц размером 0,01 мм. *Глина* — вязкий грунт, состоящий из мелких частиц размером меньше 0,001 мм. *Камень* — крупные обломки береговых пород. *Валуны* — окатанные водой крупные обломки пород. *Щебень* — обломки горных пород с острыми гранями, не окатанными водой. *Галька* — окатанные водой мелкие обломки пород, имеющих округленную форму.

**Навигационные опасности.** Разделяются на постоянно существующие опасности рельефа морского дна (мели, скалы и т. п.) и временные навигационные опасности (минные заграждения, рыболовные сети, сорванные с

якорей мины, буи и другие плавающие предметы). *Мель* — участок моря с глубинами, меньшими окружающих. Мели с глубинами менее 20 м считаются опасными для плавания крупнотоннажных судов. *Отмель* — мель, тянущаяся от берега. *Банка* — отдельно лежащая мель, ограниченная по площади. *Коса* — узкая, длинная, обычно песчаная, отмель. Имеет надводную и подводную части. *Бар* — мель, отгораживающая устье реки от моря, образовавшаяся от осадки грунта, выносимого рекой. Баром также называют мель, лежащую поперек входа в бухту. *Риф* — опасная для плавания мель или отмель с твердым грунтом (каменным, коралловым и т. п.). *Скала* — отдельное небольшое по площади возвышение дна из твердых пород. *Камни* — обломки твердых пород, расположенных вблизи берега. Скалы и камни бывают подводные, надводные и осыхающие, т. е. обнажающиеся в малую воду. *Отличительная глубина* — глубина, заметно отличающаяся от окружающих глубин. *Яма* — небольшой участок дна с резким увеличением глубины. *Район свалки грунта* — район моря, отведенный для свалки грунта, поднятого при дноуглубительных работах. *Осушка* — часть берега или участок дна в море, обнажающийся при отливе. *Затонувшее судно* — судно, представляющее опасность для плавания, если его части выступают над водой или полностью погружены в воду, но глубины над ними меньше осадки любого крупнотоннажного судна.

## **10. СРЕДСТВА НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### 10.1. Общие положения

Средства навигационного оборудования (СНО) представляют собой системы, сооружения, конструкции или устройства, предназначенные для определения места судна в море или для ориентирования, а также для обозначения фарватеров, каналов и ограждения навигационных опасностей.

В зависимости от места расположения средства навигационного оборудования подразделяют на космические, береговые (наземные) и плавучие.

К космическим СНО относятся: спутниковая радионавигационная система НАВСТАР (GPS), созданная в США, и отечественная система ГЛОНАСС. В составе каждой системы — по 24 искусственных спутника Земли, выведенных на орбиты высотой около 20 000 км.

### 10.2. Маяки, знаки и огни, их дальность видимости и характеристика

В состав береговых СНО входят маяки, знаки и огни.

*Маяки* — специально сконструированные и построенные сооружения высотой до 60 м, оснащенные мощным светооптическим оборудованием. Огни маяков зажигают с заходом Солнца и гасят при его восходе. Оптическая дальность видимости огня маяков составляет не менее 10 миль. Маяки с одинаковой характеристикой огня устанавливают на расстояниях не менее 80 миль друг от друга с тем, чтобы облегчить распознавание этих навигационных ориентиров. С этой же целью башни маяков строят различной формы и окрашивают в разные цвета с учетом цветовых оттенков общего фона берега. Маяки также оборудуют радиолокационными маяками-ответчиками и средствами туманной сигнализации.

На вершине башни маяка расположен маячный фонарь с установленным в нем светооптическим аппаратом. Источником света в аппарате служит электрическая лампа. Световые лучи преломляются и направляются в

нужную сторону оптической системой, чем обеспечивается наибольшая дальность видимости огня. Получение заданной характеристики огня маяка достигается комбинацией различных по конструкции линз, цветных стекол (светофильтров) и применением щитов и механизмов для вращения светооптического устройства.

Цвет огней преимущественно бывает белым, реже — красным или зеленым. По характеру огни бывают трех типов — постоянные, проблесковые и затмевающиеся. Характеристика огней может быть более сложной, представляющей собой комбинацию основных типов. Проблески и затмения часто объединяют в группы по два, три или более проблеска или затмения, для огней устанавливают различные периоды освещения.

Периодом освещения огня называют промежуток времени, в течение которого завершается весь цикл изменений, присущих данному огню, или промежуток времени, по истечении которого характер огня повторяется в той же последовательности. Например, если характер огня групповой проблесковой, то период освещения огня — это промежуток времени от начала одной групп проблесков до начала следующей группы.

Опознавание огня маяка, открывшегося ночью на линии горизонта, выполняют по цвету огня, его периоду и характеру с помощью секундомера. У большинства береговых маяков свет направлен только в сторону моря, то есть маяки имеют угловое освещение. Границы сектора освещения указывают в руководствах для плавания. В районах, опасных для мореплавания, маяки могут иметь по несколько секторов, в каждом из которых — огонь другого цвета. Опасные сектора, как правило, имеют огни красного цвета.

*Навигационные знаки* могут быть светящими и несветящими. Светящие знаки — это сооружения маячного типа, но более легкой конструкции. Их изготавливают из дерева, камня, железобетона и других материалов.

Светящие знаки снабжают автоматическим маячным оборудованием с оптической дальностью видимости огня до 10 миль. Несветящие навигационные знаки могут иметь различную конструкцию, их устанавливают для определения места судна в дневное время.

Сведения о береговых (наземных) СНО приведены в пособиях «Огни и знаки» (для зарубежных вод — «Огни»). В этих пособиях указана дальность видимости (открытия или закрытия) маяков и светящихся знаков с высоты глаза наблюдателя 5 м. Это же условие соблюдено на морских навигационных картах. Кроме того, высота навигационных ориентиров приведена в двух вариантах: от уровня моря (урез воды) и от основания ориентира.

Совместно с маяками и знаками могут быть установлены звукосигнальные средства, предназначенные для подачи звуковых сигналов в целях ориентировки в условиях ограниченной видимости. К таким средствам относятся свистки, сирены, колокола, тифоны, диафоны, наутофоны и некоторые др., данные о наличии которых приведены на морских навигационных картах после характеристики огня навигационного ориентира.

*Огни* — это, как правило, портовые знаки, которые сооружают на оконечностях молов, пирсов и причалов. Их выполняют в виде цилиндрической колонны высотой 4-10 м, на вершине которой устанавливают светооптический аппарат.

Дальность видимости таких огней составляет 2-4 мили.

*Створы*, образуемые створными знаками, устанавливают для проводки судна по фарватеру (ведущий створ), для обозначения мест изменения курса на фарватерах, для определения остаточной девиации магнитного компаса (секущие створы). Кроме этих створов, называемых навигационными, существуют также специальные створы, например, девиационные, створы мерных

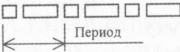
линий. Чаще всего створ — это система из двух навигационных светящихся или несветящихся знаков. Направление створа приведено на карте. Входным направлением створа считается его направление с моря к суше.

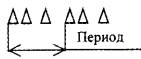
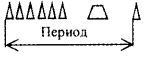
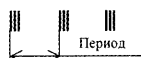
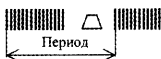
Существует выработанное морской практикой правило: если при следовании по ведущему створу створные знаки разошлись, то чтобы выйти на линию створа, надо «следовать за передним знаком». Этот знак называют также ближним или нижним, а дальний знак, имеющий всегда большую высоту, — верхним или задним.

Створные знаки сооружают по типовым проектам в виде решетчатых металлических башен или металлических колонн, на которых монтируют створные щиты прямоугольной, трапециевидной или другой геометрической формы. Светящие створные знаки имеют светоптическое оборудование.

Ниже приведена таблица, в которую сведены данные о характеристиках огней средств навигационного оборудования.

*Характеристика огней средств навигационного оборудования*

| Характер огня                              | Условное обозначение | Графическое изображение                                                             | Пояснение                                                                                                            |
|--------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                          | 2                    | 3                                                                                   | 4                                                                                                                    |
| Затмевающийся<br>Occulting                 | Зтм<br>0с            |  | Периодически повторяющиеся одинарные затмения ровного света                                                          |
| Групповой затмевающийся<br>Group occulting | Зтм(2)<br>0с         |  | Периодически повторяющаяся группа затмений ровного света (в скобках — количество затмений в группе)                  |
| Изофазный<br>Isophase                      | Изо<br>Iso           |  | Периодически повторяющиеся одинарные затмения ровного света. Продолжительность света равна продолжительности темноты |
| Проблесковый<br>Flashing                   | Пр<br>Fl             |  | Периодически повторяющиеся одинарные проблески (менее 50 в минуту)                                                   |

| 1                                                                                | 2                               | 3                                                                                   | 4                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Групповой проблесковый<br>Group flashing                                         | Пр(2)<br>Fl(2)                  |    | Периодически повторяющаяся группа проблесков (в скобках – количество проблесков в группе)                                                      |
| Сложный групповой проблесковый<br>Composite group flashing                       | Пр(2+1)<br>Fl(2+1)              |    | Периодически повторяющаяся сложная группа проблесков (в скобках – количество и последовательность проблесков в группе)                         |
| Длительно-проблесковый<br>Long flashing                                          | Дл Пр<br>L Fl                   |    | Периодически повторяющиеся одинарные длительные (более 2 с) проблески                                                                          |
| Частый (частопроблесковый)<br>Quick                                              | Ч<br>Q                          |    | Непрерывно повторяющиеся частые одинарные проблески (50 или 60 в минуту)                                                                       |
| Групповой частый<br>Group quick                                                  | Ч(3)<br>Q(3)                    |    | Периодически повторяющаяся группа частых проблесков (в скобках – количество проблесков в группе)                                               |
| Групповой частый с длительным проблеском<br>Group quick by long flash            | Ч(6) Дл Пр<br>Q(6)+LFl          |    | Периодически повторяющаяся группа из частых проблесков и длительного проблеска (в скобках – количество частых проблесков в группе)             |
| Очень частый<br>Very quick                                                       | О Ч<br>V Q                      |   | Непрерывно повторяющиеся очень частые одинарные проблески (100 или 120 в минуту)                                                               |
| Групповой очень частый<br>Group very quick                                       | О Ч (3)<br>V Q (3)              |  | Периодически повторяющаяся группа очень частых проблесков (в скобках – количество проблесков в группе)                                         |
| Групповой очень частый с длительным проблеском<br>Group very quick by long flash | О Ч (6)<br>Дл Пр<br>V Q (6)+LFl |  | Периодически повторяющаяся группа из очень частых проблесков и длительного проблеска (в скобках – количество очень частых проблесков в группе) |

### 10.3. Система навигационного оборудования морей плавучими предостерегательными знаками

#### *Общие положения*

Плавучие средства навигационного оборудования представлены буями, баканами и вехами, предназначенными для ограждения или обозначения навигационных опасностей, водных путей или районов.

Буи подразделяются на морские и канальные; те и другие могут быть большими, средними и малыми. Кроме того, буи могут быть оборудованы пассивными радиолокационными отражателями и радиолокационными маяками-ответчиками, маркерными радиомаяками, туманными звукосигнальными средствами и топовыми фигурами.

Морской буй состоит из корпуса (обычно цилиндрической, реже — конической, сферической или другой формы), металлической ажурной надстройки и хвостовика с чугунным балластом, обеспечивающим необходимую устойчивость. К хвостовику крепится якорное устройство — якорная цепь с вертлюгом и бетонный якорь.

Иногда в качестве плавучего предостерегательного средства используют баканы, которые по конструкции подобны бую, но в отличие от него не имеют надстройки и светооптического аппарата.

Вехи являются дневными предостерегательными знаками с дальностью видимости 1-1,5 мили. При ограждении опасностей вехи устанавливают на расстоянии не более 1 мили друг от друга. Веха состоит из металлической трубы, пропущенной через металлический корпус. В верхней части трубы крепят съемный шест с топовой фигурой, в нижней части — балласт из чугунных колец. Для удержания на месте веха имеет якорное устройство.

Система навигационного оборудования морей плавучими предостерегательными знаками разработана

Международной ассоциацией маячных служб (МАМС) и предусматривает использование знаков (буев и вех) пяти типов:

- латеральных знаков для ограждения фарватеров;
- кардинальных знаков для ограждения навигационных опасностей;
- знаков для ограждения отдельных опасностей незначительных размеров;
- осевых знаков для обозначения начальных точек, оси фарватера (канала) и середины прохода;
- знаков специального назначения для ограждения или обозначения отдельных районов или объектов.

Система МАМС основывается на следующих особенностях: обеспечивается возможность раздельного и совместного использования латерального и кардинального методов ограждения; число плавучих знаков ограждения ограничено необходимым минимумом; обеспечивается простое и надежное опознавание знаков ограждения в ночное время по цвету и характеру огня без использования секундомера; зеленые и красные огни присвоены только латеральным знакам, при этом они могут иметь любые характеристики; кардинальные знаки имеют белые огни, характеристики которых резко отличаются друг от друга; в дневное время опознавание знаков осуществляется по расцветке, форме и топовым фигурам (приложение 13).

### *Латеральные знаки*

Латеральные знаки предназначены для ограждения сторон фарватеров и каналов, обозначения мест их разделения и указания в таких местах положения основного (предпочтительного) фарватера или канала.

Направление фарватера или канала при определении его сторон считается с моря к суше. Там, где определение направления фарватера или канала затруднено, на морских картах наносится указатель — контурная стрелка сиреневого цвета; нанесенные по сторонам стрелки

красная и зеленая отметки указывают соответствующую сторону.

Система МАМС определяет деление прибрежных вод Мирового океана на два региона — А и В, в которых предусмотрены различия в окраске латеральных знаков и цвете их огней. К региону А относятся страны Европы, Африки и большинства стран Азии, к региону В — страны Северной и Южной Америки, Япония, Южная Корея и Филиппины.

В регионе А правая сторона фарватеров и каналов ограждается знаками зеленого цвета с зелеными огнями, левая сторона — знаками красного цвета с красными огнями. В регионе В — наоборот, красный цвет принят для знаков и огней правой стороны фарватеров и каналов, зеленый — для их левой стороны. Знаки правой стороны имеют топовую фигуру в виде конуса вершиной вверх, знаки левой стороны — топовую фигуру в виде цилиндра. Огни латеральных знаков могут иметь различный характер: частопроблесковый, проблесковый, длительно-проблесковый или групповой проблесковый.

К латеральным знакам также относятся знаки, обозначающие места разделения фарватеров и каналов. В регионе А знак «Основной фарватер справа» (буй или вежа) имеет красный цвет и широкую зеленую полосу, топовую фигуру в виде цилиндра и красный огонь Пр (2+1). Знак «Основной фарватер слева» окрашен в зеленый цвет с красной полосой, топовая фигура в виде конуса вершиной вверх, зеленый огонь Пр (2+1). В регионе В знак «Основной фарватер справа» — зеленого цвета с красной полосой, знак «Основной фарватер слева» — красного цвета с зеленой полосой.

### ***Кардинальные знаки***

Кардинальные знаки используются для ограждения навигационных опасностей. Знаки выставляют вокруг опасности относительно сторон света — на четырех глав-

ных румбах. Плоскость истинного горизонта наблюдателя вокруг ограждаемой опасности условно делится на четыре сектора: северный — между румбами NW и NE, восточный — между румбами NE и SE, южный — между румбами SE и SW, западный — между румбами NW и SW.

Кардинальные знаки именуются по тем секторам, в которых они выставлены: северные, восточные, южные и западные. Судоводитель обязан обойти северные знаки с севера, восточные — с востока, южные — с юга, западные знаки — с запада.

Кардинальные знаки окрашены в черный и желтый цвета, имеют огонь белого цвета и специфические топовые фигуры.

*Северные знаки.* Верхняя половина знаков черная, нижняя — желтая. Топовая фигура — два черных конуса один над другим вершинами вверх. Огонь — проблесковый или частопроблесковый.

*Восточные знаки.* Имеют черный цвет и желтую горизонтальную полосу посередине. Топовая фигура — два черных конуса один над другим вершинами врозь, на определенном удалении от знака видны как ромб. Огонь — групповой частый или очень частый, по три проблеска в группе.

*Южные знаки.* Верхняя половина знаков желтая, нижняя — черная. Топовая фигура — два черных конуса один над другим вершинами вниз. Огонь — групповой частый или очень частый с длительным проблеском (в группе шесть коротких проблесков и один длительный проблеск продолжительностью 2 с).

*Западные знаки.* Имеют желтый цвет и черную горизонтальную полосу посередине. Топовая фигура — два черных конуса один над другим вершинами вместе. Огонь групповой частый или очень частый с девятью проблесками в группе.

В ночное время опознавать огни восточного, южного и западного буев легко по ассоциации с расположением цифр 3, 6 и 9 на циферблате часов (эти цифры соответст-

вуют количеству проблесков в группе огней кардинальных знаков). Длительный проблеск в группе огня южного буя облегчает его опознавание среди других знаков.

### ***Знаки для ограждения отдельных опасностей незначительных размеров***

Эти знаки ограждают отдельные опасности, вписывающиеся в окружности радиусом до 100 м, окруженные со всех сторон глубинами, обеспечивающими безопасное плавание.

Знаки (буи, вехи) выставляют над отдельной опасностью малых размеров, они указывают: «Стою на опасности, меня можно обходить со всех сторон».

Буй окрашен в черный цвет с красной горизонтальной полосой посередине. Вежа окрашена чередующимися черными и красными полосами. Топовая фигура знаков — два черных шара один над другим. Огонь буя — групповой проблесковый, с двумя проблесками в группе, белого цвета.

### ***Осевые знаки***

Осевые знаки используются для обозначения начальных точек, оси фарватера (канала) и середины прохода. Знаки выставляют в районах, где на широком пространстве отсутствуют навигационные опасности, а следование определенным фарватером или рекомендованным путем сокращает плавание судна.

Знаки окрашены красными и белыми вертикальными полосами. Топовая фигура — красный шар, огонь длительно-проблесковый, белого цвета.

Осевые знаки нумеруют, как правило, с моря. Знаки расставляют на осях фарватеров и рекомендованных путей, чтобы обеспечить плавание «со знака на знак». Кроме того, знаки могут быть выставлены как приемные знаки в подходных (начальных) точках каналов и фарватеров. Осевые знаки могут также обозначать: места разделения и соединения нескольких рекомендованных пу-

тей; положение линии пробега на мерных линиях; середину безопасного прохода или его наиболее глубоководной части; центр района кругового движения.

### ***Знаки специального назначения***

Эти знаки ограждают или обозначают границы специальных районов или объектов, на которые имеется ссылка в навигационных пособиях и положение которых показано на картах.

Знаки специального назначения окрашены в желтый цвет, топовая фигура — желтый косой крест, огонь желтый проблесковый. Знаки могут иметь нумерацию или буквенное обозначение в соответствии с целью их постановки.

Знаками специального назначения ограждают или обозначают: плавучие или стационарные объекты, несущие научную аппаратуру; специальные районы и полигоны; районы свалки грунта; кабели и трубопроводы; районы постановки на якорь; зоны и линии разделения движения; места выставленных рыболовных снастей.

### **10.4. Системы разделения движения судов**

В различных регионах Мирового океана на подходах к портам и в районах с интенсивным судоходством по решению Международной морской организации задействованы не менее 120 систем разделения движения судов. Эти системы созданы с целью упорядочить движение судов в районах с плотными судопотоками и обеспечить более высокий уровень навигационной безопасности путем установки и использования дополнительных технических средств навигации (буев, радиолокационных маяков-ответчиков, береговых радиолокационных станций).

Система разделения движения судов представляет собой район, в котором плавание судов во встречных потоках осуществляется в полосах движения, установленных путем использования зон или линий разделения. Форма зоны разделения может быть любой, в нее могут входить естественные навигационные опасности (остро-

ва, банки, мели). Полосы движения имеют внутреннюю и внешнюю границы.

В систему также может входить зона прибрежного плавания, созданная для разделения транзитного и местного судоходства и предназначенная для плавания малых судов (яхт, катеров, шхун).

Элементы системы разделения движения судов показаны на *рис. 32*.

В местах схождения систем могут устанавливаться районы кругового движения (с плаванием судов против хода часовой стрелки вокруг центра или круговой зоны), районы разделения движения по секторам или районы пересечения и соединения, в которых направления движения потока судов устанавливаются в полосах прилегающих систем.

В системах разделения движения судов могут быть введены районы повышенной осторожности плавания. Такими районами являются, как правило, места схождения систем или их конечные участки.

Согласно правилу 10 МППСС-72, «судно, использующее систему разделения движения, должно: следовать в соответствующей полосе движения в принятом на ней общем направлении потока движения; держаться, насколько это практически возможно, в стороне от линии разделения движения или зоны разделения движения».

Следовать в соответствующей полосе движения в принятом в этой полосе общем направлении потока должно любое судно, в том числе и парусное, которое решило использовать эту систему.

Вход в полосу движения и покидание ее должны выполняться под возможно меньшим углом к общему направлению движения.

Если судно вынуждено пересечь полосу движения, то оно должно делать это, насколько возможно, курсом под прямым углом к общему направлению потока движения.

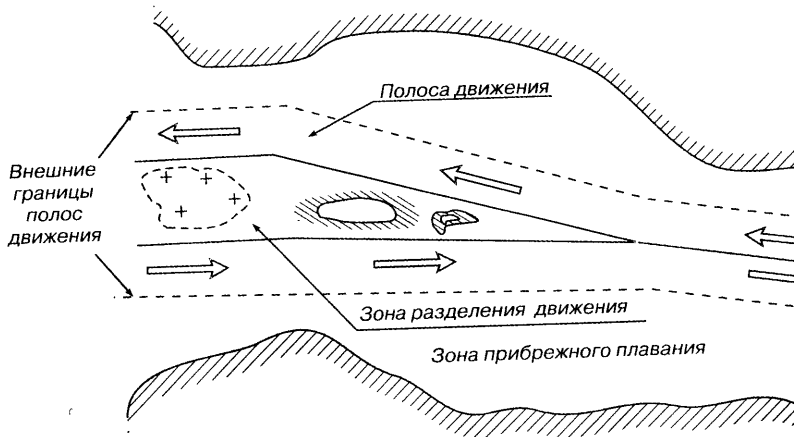
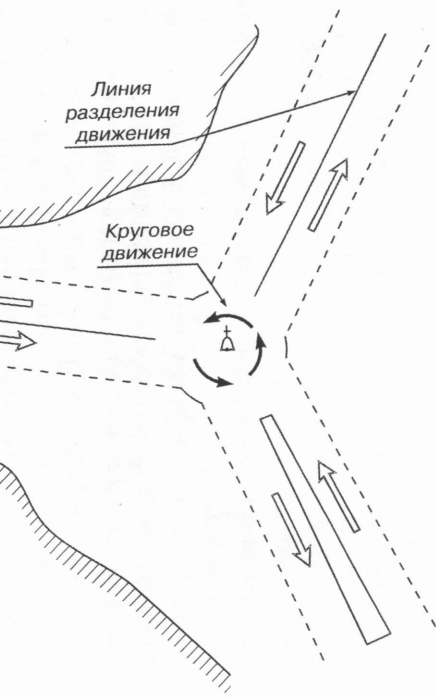


Рисунок 32. Система разделения движения судов



## **11. РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ ДЛЯ ПЛАВАНИЯ**

### 11.1. Каталог карт и книг

Каталог карт и книг является основным справочным пособием, содержащим перечень всех предназначенных для обеспечения мореплавания изданий Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны РФ. Он служит для подбора карт, пособий и руководств для плавания перед выходом судна в рейс.

Каталог издают периодически по мере накопления изменений. Семь томов каталога охватывают все регионы Мирового океана. Каталог имеет два раздела — «Карты» и «Книги». В начале раздела «Карты» помещен номерной указатель карт в порядке возрастания их адмиралтейских номеров с указанием номера страницы в каталоге.

Подраздел I — «Морские навигационные карты» разбит на коллекции по бассейнам и их частям. В каждую коллекцию входит сборный лист карт данного бассейна и текст к этому листу. Сборные листы являются бланковыми картами океанов и морей. На сборных листах прямоугольными фигурами показаны границы навигационных карт, изданных на данный район. Проставленные внутри прямоугольников цифры обозначают адмиралтейские номера карт. Текст к сборному листу содержит данные о картах: номер, название, масштаб, даты первого и нового изданий или большой корректуры.

В подразделе II приведены сведения о специальных, справочных и вспомогательных картах.

В разделе «Книги» содержатся сведения о всех изданных пособиях и руководствах для плавания в данном регионе. К ним относятся лоции и дополнения к этим руководствам, Огни и знаки (Огни), таблицы приливов, атласы приливных течений, морские астрономические ежегодники, мореходные таблицы и другие издания.

## 11.2. Лоции

Лоции являются главными руководствами для плавания, предназначаются для изучения навигационных условий перед выходом судна в рейс и использования непосредственно на маршруте перехода.

Лоции издают для отдельных районов океанов, морей или их частей, а также для некоторых озер. В каждой лоции материал располагается примерно одинаково. В начале книги помещают лист для учета корректуры, затем обращение к мореплавателям с просьбой сообщать органам ГУИиО МО сведения, необходимые для корректуры карт и пособий. В лоции приведена схема района, охватываемого данным описанием. Далее следует раздел «Общий обзор», который включает в себя навигационно-географический и гидрометеорологический очерки района, а также правила плавания.

Основным разделом лоции является «Навигационное описание» берегов. Этот раздел разбит на подразделы, каждый из которых содержит описание определенного участка побережья, в которое включены сведения о приметных пунктах и ориентирах, средствах навигационного оборудования, навигационных опасностях, якорных стоянках, сведениях о портах и указания для входа в них, сведения о ветрах, течениях и туманах и т. д. В лоциях даны наставления для плавания вблизи определенного участка побережья и рекомендации для выбора пути.

В конце книги — справочный отдел и алфавитный указатель.

Необходимые сведения, которые по содержанию относятся к определенному разделу лоции, находят с помощью оглавления. Если требуются данные о конкретном пункте на побережье (мыс, маяк, порт и т. д.), то нужную страницу находят по алфавитному указателю.

### 11.3. Огни и знаки (Огни)

Книги «Огни и знаки» («Огни» — для иностранных вод) содержат сведения обо всех штатных средствах навигационного оборудования, за исключением вех и неосветящих знаков.

Указанные книги издаются для отдельных районов океанов, для морей и озер. Расположение материала в каждой книге примерно одинаковое. Как и в лоциях, в каждом издании помещают лист для учета корректуры, обращение к мореплавателям, карту-схему района, охватываемого данным пособием.

Основным разделом книги является «Описание средств навигационного оборудования». В этом разделе в табличной форме приведены необходимые сведения о маяках, знаках и огнях, а также о буйах, оборудованных фонарем. Сведения обо всех средствах приводятся в географической последовательности, каждому средству присвоен порядковый номер. В таблице указываются название ориентира и его географические координаты, цвет, характер и дальность видимости огня (как и на картах — с высоты глаза наблюдателя 5 м), приводится описание маяка, знака или огня с указанием высоты ориентира от основания и от уровня моря, даются дополнительные сведения.

В конце книги помещен алфавитный указатель, в котором рядом с названием маяка, знака, огня или буя указан его порядковый номер по описанию, что позволяет быстро отыскать в книге необходимые сведения о навигационном ориентире.

## **12. ПРОРАБОТКА МАРШРУТА ПЕРЕХОДА**

### 12.1. Порядок подбора карт, пособий и руководств, их корректура

Перед выходом из порта судоводитель (яхтенный капитан) должен изучить географические, навигационно-гидрографические, гидрометеорологические условия в предстоящем районе плавания.

Изучение условий плавания выполняется по морским навигационным картам, руководствам и пособиям.

Подбор необходимых карт, руководств и пособий осуществляется по Каталогу карт и книг. Для перехода должны быть подобраны все карты (генеральная или путевая карта с портами выхода и прихода, путевые карты наиболее крупного масштаба, частные карты, планы портов выхода, захода, портов-убежищ и пунктов укрытий).

К основным, наиболее важным для яхтсмена, руководствам и пособиям для плавания относятся:

- Лощи и дополнения к ним — для получения информации о географических, навигационно-гидрографических и гидрометеорологических условиях плавания;

- Огни и знаки (для иностранных вод — Огни) — для получения сведений о всех штатных средствах навигационного оборудования (кроме несветящихся знаков и вех);

- Расписания передач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей;

- Таблицы приливов;

- Атласы течений, в которых приводятся элементы постоянных, ветровых и приливных течений;

- Морской астрономический ежегодник;

- Мореходные таблицы;

- Таблицы высот и азимутов светил.

Морские навигационные карты, руководства и пособия должны быть откорректированы по состоянию на дату плавания. Корректурa выполняется, главным образом, по печатным изданиям — Навигационным извещениям мореплавателям (НАВИМ). Наиболее важное зна-

чение имеет НАВИМ №1 — брошюра — сборник извещений мореплавателям за весь предыдущий год. После корректуры карт, руководств и пособий по этому сборнику необходимо выполнить корректуру по всем извещениям мореплавателям, начиная от текущего месяца до января этого года, то есть в обратном отсчете времени. По вопросам корректуры карт, руководств и пособий необходимо взаимодействовать с ближайшими гидрографическими организациями.

Для получения текущих данных по навигационной и гидрометеорологической обстановке используется радиоприемник системы НАВТЕКС — портативный автоматический радиоприемник с принтером, работающий на частоте 518 кГц. Радиоприемник программируется по району плавания, характеру принимаемых сообщений, ведению записей и хранению информации, которая автоматически записывается на бумажную ленту. Эта аппаратура может быть установлена непосредственно на яхте для использования в длительном плавании, в конторе капитана яхтенного порта или в яхтклубе.

При использовании иностранных карт можно заказать корректурные материалы в порту захода через представителя агентирующей фирмы. Данные для корректуры карт по их адмиралтейским номерам нанесены на листы кальки небольшого формата, позволяющие быстро откорректировать навигационные карты для плавания в определенном районе Мирового океана.

## 12.2. Предварительная прокладка

До выхода судна (яхты) в плавание на генеральной или путевой карте, вмещающей весь маршрут, составляют графический план рейса, то есть намечают путь судна. Графический план рейса является решением капитана на переход.

По графическому плану рейса определяют протяженность маршрута, ориентировочную продолжительность плавания, места стоянок и укрытий, необходимые

запасы воды, продовольствия и топлива, места и сроки их пополнения и т.п.

На основании графического плана рейса на всех путевых, частных картах и планах выполняют предварительную прокладку. В ходе плавания, если по каким-либо веским причинам не был изменен его маршрут, исполнительная навигационная прокладка в идеальном случае должна совпадать с нанесенной на карту предварительной прокладкой.

Данные предварительной прокладки сводят в таблицу, которая может иметь следующую форму.

| № пп | Путе-<br>вой<br>угол,<br>град. | Рас-<br>стоя-<br>ние,<br>мили | Конечная (поворотная) точка            |                              |             |              | При-<br>меча-<br>ние |
|------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-------------|--------------|----------------------|
|      |                                |                               | Ориентир                               |                              | Координаты  |              |                      |
|      |                                |                               | Ис-<br>тин-<br>ный<br>пеленг,<br>град. | Дис-<br>тан-<br>ция,<br>мили | Широ-<br>та | Долго-<br>та |                      |
|      |                                |                               |                                        |                              |             |              |                      |

На картах с нанесенной предварительной прокладкой над или под линией пути указывают значение путевого угла и расстояние, которое по нему надо пройти, например, ПУ=285°, S=16,4 мили. Повороты выполняют в точках с полярными координатами (то есть по истинному пеленгу и дистанции от навигационного ориентира) или в точках с географическими координатами (широта и долгота), что целесообразно при плавании по путевым точкам с использованием приемоиндикатора спутниковой радионавигационной системы GPS.

В графе «Примечание» могут быть указаны различные сведения, в том числе — характеристика огня, высота и дальность видимости навигационного ориентира.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

# СИЛА, СКОРОСТЬ ВЕТРА И СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ (ШКАЛА БОФОРТА)

Высота 10 м над уровнем моря

| Сила ветра |                     | Скорость ветра |                 | Состояние поверхности моря |                                                                                                                                                                              |                           |
|------------|---------------------|----------------|-----------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Баллы      | Характеристика      | узлы           | м/с             | Баллы                      | Визуальные признаки                                                                                                                                                          | Примерная высота волны, м |
| 1          | 2                   | 3              | 4               | 5                          | 6                                                                                                                                                                            | 7                         |
| 0          | Штиль               | До 1           | 0-0,2           | 0                          | Зеркально-гладкая поверхность                                                                                                                                                | —                         |
| 1          | Тихий ветер         | 1-3            | 0,3-1,5         | 1                          | Рябь                                                                                                                                                                         | 0,1                       |
| 2          | Легкий ветер        | 4-6            | 1,6-3,3         | 1-2                        | Появляются гребни небольших волн                                                                                                                                             | 0,2<br>(0,3)              |
| 3          | Слабый ветер        | 7-10           | 3,4-5,4         | 2                          | Гребни небольших волн начинают опрокидываться, образуется стекловидная пена                                                                                                  | 0,6<br>(1)                |
| 4          | Умеренный ветер     | 11-16          | 5,5-7,9         | 3                          | Хорошо заметны небольшие волны. Гребни некоторых из них опрокидываются, образуя местами клубящуюся пену белого цвета — «барашки»                                             | 1<br>(1,5)                |
| 5          | Свежий ветер        | 17-21          | 8-10,7          | 4                          | Волны принимают хорошо выраженную форму, повсюду образуются «барашки»                                                                                                        | 2<br>(2,5)                |
| 6          | Сильный ветер       | 22-27          | 10,8-13,8       | 5                          | Появляются волны большой высоты; их пенящиеся гребни занимают большие площади. Ветер начинает срывать пену с гребней волн                                                    | 3<br>(4)                  |
| 7          | Крепкий ветер       | 28-33          | 13,9-17,1       | 6                          | Гребни очерчивают длинные валы больших волн. Пена, срываема с гребней волн ветром, начинает вытягиваться полосами по склонам волн                                            | 4<br>(5)                  |
| 8          | Очень крепкий ветер | 34-40          | 17,2-20,7       | 7                          | Длинные полосы пены, срываемой ветром с гребней волн, покрывают склоны волн и местами, сливаясь, достигают их подошв                                                         | 5,5<br>(7,5)              |
| 9          | Шторм               | 41-47          | 20,8-24,4       | 8                          | Пена широкими плотными сливающимися полосами покрывает склоны волн, отчего поверхность моря становится белой; только местами, у подошв волн, видны свободные от пены участки | 7<br>(10)                 |
| 10         | Сильный шторм       | 48-55          | 24,5-28,4       | 8                          | Поверхность моря покрыта слоем пены. Воздух наполнен водяной пылью и брызгами. Видимость значительно уменьшена                                                               | 9<br>(12,5)               |
| 11         | Жестокий шторм      | 56-63          | 28,5-32,6       | 9                          | Поверхность моря покрыта плотным слоем пены. Видимость крайне мала                                                                                                           | 11,5<br>(16)              |
| 12         | Ураган              | 64<br>и более  | 32,7<br>и более | 9                          | То же                                                                                                                                                                        | 14                        |

Примечание. В графе 7 в скобках приведено возможное максимальное значение высоты волны в районе открытого моря, воали от берега.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### УГЛЫ СНОСА ПРИ ПЛАВАНИИ НА ТЕЧЕНИИ, град.

| $V_T/V_c$ | Разность между курсом течения и путевым углом судна |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |      |
|-----------|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
|           | 10°<br>или<br>170°                                  | 20°<br>или<br>160° | 30°<br>или<br>150° | 40°<br>или<br>140° | 50°<br>или<br>130° | 60°<br>или<br>120° | 70°<br>или<br>110° | 80°<br>или<br>100° | 90°  |
| 0,05      | 0,5                                                 | 1                  | 1,4                | 1,9                | 2,2                | 2,5                | 2,7                | 2,8                | 2,9  |
| 0,1       | 1                                                   | 2                  | 2,9                | 3,7                | 4,4                | 5                  | 5,4                | 5,7                | 5,8  |
| 0,15      | 1,5                                                 | 3                  | 4,3                | 5,5                | 6,6                | 7,5                | 8,1                | 8,5                | 8,6  |
| 0,2       | 2                                                   | 3,9                | 5,8                | 7,4                | 8,8                | 10                 | 10,8               | 11,4               | 11,6 |
| 0,25      | 2,5                                                 | 4,9                | 7,2                | 9,3                | 11,1               | 12,5               | 13,6               | 14,3               | 14,5 |
| 0,3       | 3                                                   | 5,9                | 8,6                | 11,1               | 13,3               | 15,1               | 16,4               | 17,2               | 17,5 |
| 0,35      | 3,5                                                 | 6,9                | 10,1               | 13                 | 15,5               | 17,6               | 19,2               | 20,2               | 20,5 |
| 0,4       | 4                                                   | 7,9                | 11,5               | 14,9               | 17,8               | 20,2               | 22,1               | 23,2               | 23,6 |
| 0,45      | 4,5                                                 | 8,9                | 13                 | 16,8               | 20,2               | 22,9               | 25                 | 26,3               | 26,8 |
| 0,5       | 5                                                   | 9,9                | 14,5               | 18,8               | 22,5               | 25,7               | 28,2               | 29,5               | 30   |
| 0,55      | 5,5                                                 | 10,9               | 16                 | 21,2               | 24,9               | 28,5               | 31,1               | 32,8               | 33,4 |
| 0,6       | 6                                                   | 11,9               | 17,5               | 22,7               | 27,4               | 31,3               | 34,3               | 36,3               | 36,9 |
| 0,65      | 6,5                                                 | 12,9               | 19                 | 24,7               | 29,9               | 34,3               | 37,6               | 39,8               | 40,6 |
| 0,7       | 7                                                   | 13,9               | 20,5               | 26,8               | 32,4               | 37,3               | 41,8               | 43,9               | 44,6 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ПУТЕВОЙ СКОРОСТИ ПРИ ПЛАВАНИИ НА ТЕЧЕНИИ

| $V_T/V_c$ | Разность между курсом течения и путевым углом судна |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 10°                                                 | 20°  | 30°  | 40°  | 50°  | 60°  | 70°  | 80°  | 90°  | 100° |
| 0,05      | 1,05                                                | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1    | 0,99 |
| 0,1       | 1,1                                                 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 0,99 | 0,98 |
| 0,15      | 1,15                                                | 1,14 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,06 | 1,04 | 1,01 | 0,99 | 0,96 |
| 0,2       | 1,2                                                 | 1,18 | 1,17 | 1,14 | 1,12 | 1,08 | 1,05 | 1,01 | 0,98 | 0,94 |
| 0,25      | 1,25                                                | 1,23 | 1,21 | 1,18 | 1,14 | 1,1  | 1,06 | 1,01 | 0,97 | 0,92 |
| 0,3       | 1,29                                                | 1,27 | 1,25 | 1,21 | 1,17 | 1,11 | 1,06 | 1,01 | 0,95 | 0,9  |
| 0,35      | 1,34                                                | 1,32 | 1,29 | 1,24 | 1,19 | 1,13 | 1,06 | 1    | 0,94 | 0,87 |
| 0,4       | 1,39                                                | 1,36 | 1,32 | 1,27 | 1,21 | 1,14 | 1,06 | 0,99 | 0,92 | 0,85 |
| 0,45      | 1,44                                                | 1,41 | 1,36 | 1,3  | 1,23 | 1,14 | 1,06 | 0,97 | 0,89 | 0,81 |
| 0,5       | 1,49                                                | 1,45 | 1,4  | 1,33 | 1,24 | 1,15 | 1,05 | 0,95 | 0,86 | 0,78 |
| 0,55      | 1,53                                                | 1,5  | 1,43 | 1,35 | 1,26 | 1,15 | 1,04 | 0,93 | 0,83 | 0,74 |
| 0,6       | 1,58                                                | 1,54 | 1,47 | 1,38 | 1,27 | 1,15 | 1,03 | 0,91 | 0,8  | 0,7  |
| 0,65      | 1,63                                                | 1,58 | 1,51 | 1,4  | 1,28 | 1,15 | 1,01 | 0,88 | 0,76 | 0,65 |
| 0,7       | 1,68                                                | 1,63 | 1,54 | 1,43 | 1,29 | 1,14 | 0,99 | 0,84 | 0,71 | 0,6  |

| V <sub>T</sub> /V <sub>c</sub> | Разность между курсом течения и путевым углом судна |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                | 110°                                                | 120° | 130° | 140° | 150° | 160° | 170° |
| 0,05                           | 0,98                                                | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| 0,1                            | 0,96                                                | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,9  | 0,9  |
| 0,15                           | 0,94                                                | 0,91 | 0,9  | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,85 |
| 0,2                            | 0,91                                                | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,8  |
| 0,25                           | 0,88                                                | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,75 |
| 0,3                            | 0,85                                                | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,7  |
| 0,35                           | 0,82                                                | 0,77 | 0,74 | 0,7  | 0,68 | 0,66 | 0,65 |
| 0,4                            | 0,79                                                | 0,73 | 0,69 | 0,66 | 0,63 | 0,61 | 0,6  |
| 0,45                           | 0,75                                                | 0,69 | 0,65 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,55 |
| 0,5                            | 0,71                                                | 0,65 | 0,6  | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,5  |
| 0,55                           | 0,67                                                | 0,6  | 0,55 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,45 |
| 0,6                            | 0,62                                                | 0,55 | 0,5  | 0,46 | 0,43 | 0,41 | 0,4  |
| 0,65                           | 0,57                                                | 0,5  | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,36 | 0,35 |
| 0,7                            | 0,51                                                | 0,44 | 0,39 | 0,35 | 0,33 | 0,31 | 0,3  |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ

| уз | каб/мин | м/с   | км/ч  | км/ч | каб/мин | уз    | м/с  |
|----|---------|-------|-------|------|---------|-------|------|
| 1  | 0,17    | 0,51  | 1,85  | 1    | 0,09    | 0,54  | 0,28 |
| 2  | 0,33    | 1,03  | 3,7   | 2    | 0,18    | 1,08  | 0,56 |
| 3  | 0,5     | 1,54  | 5,56  | 3    | 0,27    | 1,62  | 0,83 |
| 4  | 0,67    | 2,06  | 7,41  | 4    | 0,36    | 2,16  | 1,11 |
| 5  | 0,83    | 2,57  | 9,26  | 5    | 0,45    | 2,7   | 1,39 |
| 6  | 1       | 3,09  | 11,11 | 6    | 0,54    | 3,24  | 1,67 |
| 7  | 1,17    | 3,6   | 12,96 | 7    | 0,63    | 3,78  | 1,94 |
| 8  | 1,33    | 4,12  | 14,82 | 8    | 0,72    | 4,32  | 2,22 |
| 9  | 1,5     | 4,63  | 16,67 | 9    | 0,81    | 4,86  | 2,5  |
| 10 | 1,67    | 5,14  | 18,52 | 10   | 0,9     | 5,4   | 2,78 |
| 11 | 1,83    | 5,66  | 20,37 | 11   | 0,99    | 5,94  | 3,06 |
| 12 | 2       | 6,17  | 22,22 | 12   | 1,08    | 6,48  | 3,33 |
| 13 | 2,17    | 6,69  | 24,08 | 13   | 1,17    | 7,02  | 3,61 |
| 14 | 2,33    | 7,2   | 25,93 | 14   | 1,26    | 7,56  | 3,89 |
| 15 | 2,5     | 7,72  | 27,78 | 15   | 1,35    | 8,1   | 4,17 |
| 16 | 2,67    | 8,23  | 29,63 | 16   | 1,44    | 8,64  | 4,44 |
| 17 | 2,83    | 8,75  | 31,48 | 17   | 1,53    | 9,18  | 4,72 |
| 18 | 3       | 9,26  | 33,34 | 18   | 1,62    | 9,72  | 5    |
| 19 | 3,17    | 9,77  | 35,19 | 19   | 1,71    | 10,26 | 5,28 |
| 20 | 3,33    | 10,29 | 37,04 | 20   | 1,8     | 10,8  | 5,56 |
| 21 | 3,5     | 10,8  | 38,89 | 21   | 1,89    | 11,34 | 5,83 |
| 22 | 3,67    | 11,32 | 40,74 | 22   | 1,98    | 11,38 | 6,11 |
| 23 | 3,83    | 11,83 | 42,6  | 23   | 2,07    | 12,42 | 6,39 |
| 24 | 4       | 12,35 | 44,45 | 24   | 2,16    | 12,96 | 6,67 |
| 25 | 4,17    | 12,86 | 46,3  | 25   | 2,25    | 13,5  | 6,94 |
| 26 | 4,33    | 13,38 | 48,15 | 26   | 2,34    | 14,04 | 7,22 |
| 27 | 4,5     | 13,9  | 50    | 27   | 2,43    | 14,58 | 7,5  |
| 28 | 4,67    | 14,4  | 53,71 | 28   | 2,52    | 15,12 | 7,78 |
| 29 | 4,83    | 14,92 | 53,71 | 29   | 2,61    | 15,66 | 8,06 |
| 30 | 5       | 15,43 | 55,56 | 30   | 2,7     | 16,2  | 8,33 |

**РАССТОЯНИЕ ДО ОРИЕНТИРА (МИЛИ) ПО ИЗМЕНЕННОМУ СЕКСТАННОМУ ВЕРТИКАЛЬНОМУ УГЛУ**

| Верт.<br>угол | Высота ориентира, м |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|---------------|---------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               | 10                  | 20   | 30   | 40   | 50   | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   |
| 1'            | 18,6                | 37,1 | 55,7 | 74,2 | 92,8 | 111,4 | 129,9 | 148,5 | 167,1 | 185,6 |
| 2             | 9,3                 | 18,5 | 27,8 | 37,1 | 46,4 | 55,7  | 65    | 74,3  | 83,5  | 92,8  |
| 3             | 6,2                 | 12,3 | 18,6 | 24,7 | 30,9 | 37,1  | 43,3  | 49,5  | 55,7  | 61,9  |
| 4             | 4,6                 | 9,3  | 13,9 | 18,6 | 23,2 | 27,8  | 32,5  | 37,1  | 41,8  | 46,4  |
| 5             | 3,7                 | 7,4  | 11,1 | 14,9 | 18,6 | 22,3  | 26    | 29,7  | 33,4  | 37,1  |
| 6             | 3,1                 | 6,2  | 9,3  | 12,4 | 15,5 | 18,6  | 21,6  | 24,7  | 27,8  | 30,9  |
| 7             | 2,7                 | 5,3  | 8    | 10,6 | 13,3 | 15,9  | 18,6  | 21,2  | 23,9  | 26,5  |
| 8             | 2,3                 | 4,6  | 7    | 9,3  | 11,6 | 13,9  | 16,2  | 18,6  | 20,9  | 23,2  |
| 9             | 2,1                 | 4,1  | 6,2  | 8,3  | 10,3 | 12,4  | 14,4  | 16,5  | 18,6  | 20,6  |
| 10            | 1,9                 | 3,7  | 5,6  | 7,4  | 9,3  | 11,1  | 13    | 14,8  | 16,7  | 18,6  |
| 12            | 1,5                 | 3,1  | 4,6  | 6,2  | 7,7  | 9,3   | 10,8  | 12,4  | 13,9  | 15,5  |
| 14            | 1,3                 | 2,7  | 4    | 5,3  | 6,6  | 8     | 9,3   | 10,6  | 11,9  | 13,3  |
| 16            | 1,2                 | 2,3  | 3,5  | 4,6  | 5,8  | 7     | 8,1   | 9,3   | 10,4  | 11,6  |
| 18            | 1                   | 2,1  | 3,1  | 4,1  | 5,2  | 6,2   | 7,2   | 8,2   | 9,3   | 10,3  |
| 20            | 0,9                 | 1,9  | 2,8  | 3,7  | 4,6  | 5,6   | 6,5   | 7,4   | 8,4   | 9,3   |
| 22            | 0,8                 | 1,7  | 2,5  | 3,4  | 4,2  | 5,1   | 5,9   | 6,7   | 7,6   | 8,4   |
| 30            | 0,6                 | 1,2  | 1,9  | 2,5  | 3,1  | 3,7   | 4,3   | 4,9   | 5,6   | 6,2   |
| 40            | 0,5                 | 0,9  | 1,4  | 1,9  | 2,3  | 2,8   | 3,2   | 3,7   | 4,2   | 4,6   |
| 50            | 0,4                 | 0,7  | 1,1  | 1,5  | 1,9  | 2,2   | 2,6   | 3     | 3,3   | 3,7   |
| 1°            | 0,3                 | 0,6  | 0,9  | 1,2  | 1,5  | 1,9   | 2,2   | 2,5   | 2,8   | 3,1   |
| 2°            | 0,2                 | 0,3  | 0,5  | 0,6  | 0,8  | 0,9   | 1,1   | 1,2   | 1,4   | 1,5   |
| 3°            | 0,1                 | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6   | 0,7   | 0,8   | 0,9   | 1     |
| 4°            | 0,1                 | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,8   |
| 5°            | 0,1                 | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,4   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,6   |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

**НАИБОЛЬШАЯ ВЫСОТА ПРИЛИВА (М)  
В НЕКОТОРЫХ МОРЯХ**

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Балтийское (Киль) .....                    | 0,07 |
| Баренцево (Мурманск) .....                 | 4    |
| Белое (Мезенская Губа) .....               | 8,5  |
| Белое (Архангельск) .....                  | 0,9  |
| Восточно-Сибирское (устье р. Колымы) ..... | 0,1  |
| Карское (о. Диксон) .....                  | 0,3  |
| Лаптевых (Хатанга) .....                   | 2    |
| Охотское (Пенжинская Губа).....            | 11   |
| Северное.....                              | 5-8  |
| Черное (Поти) .....                        | 0,08 |
| Японское .....                             | 7-9  |

## *РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМА И ПРАВИЛА ВЕДЕНИЯ СУДОВОГО ЖУРНАЛА НА ЯХТЕ*

Судовой журнал является одним из важнейших документов на яхте. Судовой журнал ведут непрерывно с момента прибытия экипажа на яхту перед выходом до момента окончания плавания.

На титульном листе судового журнала указывают название яхты, яхт-клуб, порт приписки, даты начала и окончания ведения судового журнала. Записи в судовом журнале делает вахтенный начальник. Капитан яхты несет ответственность за достоверность помещаемых в журнале сведений.

В судовом журнале фиксируют дату, месяц, год и пункт отхода, время снятия с якоря или швартовов, цель и маршрут плавания, состав экипажа с указанием должностей согласно судовой роли, данные о ветре, волнении, видимости, поставленных парусах, включении двигателя и маневрировании яхты при выходе из гавани.

Предлагаемая форма судового журнала содержит 9 граф, большая часть которых не требует комментариев.

В графе 3 указывают путевой угол (путь, линию фактического перемещения яхты).

В графе 6 приводятся данные наблюдений и измерений, связанные с определением места яхты. Учитывается, что обсервация может быть выполнена с использованием приемоиндикатора системы GPS, индицирующего на экране географические координаты; в этом случае в двух колонках графы 6 фиксируются широта и долгота места яхты. Если обсервация выполняется визуальными способами или с использованием РЛС, то в двух или трех колонках графы 6 указываются измеренные навигационные параметры (компасные пеленги, радиолокационные дистанции или курсовые углы, горизонтальные или вертикальные углы). При этом в графе 7 должны быть



указаны навигационные ориентиры, относительно которых измерены навигационные параметры. Например, место яхты в Бискайском заливе определено по трем пеленгам с использованием ручного магнитного компаса для пеленгования. В колонках графы 6 записываем значения измеренных обратных компасных пеленгов: 170°; 115°; 245°. В графе 7 указываем названия навигационных ориентиров, по которым эти пеленга измерены: 1) Маяк скалы Ле-Гран-Кардино; 2) Маяк на м. Кердонис; 3) Маяк Ле-Фур.

В судовом журнале фиксируют не все обсервации, а лишь те, при которых выполняется коррекция счисления (то есть те обсервации, в которые переносится графическое счисление; этот перенос изображается знаком невязки).

В судовом журнале также отмечают: время и отсчет лага траверзов навигационных ориентиров и буюв, прохождения створов с указанием уточненной поправки компаса; работа с парусами (подъем или постановка, смена, взятие рифов); изменение силы и направления ветра, волнения, видимости; моменты начала учета углов дрейфа, сноса или суммарного сноса; скорость хода; время вхождения в полосу тумана, подача туманных сигналов; включение ходовых огней; судовые работы; случаи несоответствия средств навигационного оборудования данным карт и пособий; касание грунта, посадка на мель и снятие с нее; аварии, поломки рангоута, частей корпуса, приборов; случаи разрыва парусов, такелажа и утрата имущества; падение человека за борт; переход на другую карту; вход в стесненный район, гавань, канал; постановка на якорь, глубина и грунт в районе отдачи якоря, длина вытравленного якорного каната.

Записи в судовом журнале выполняют таким образом, чтобы не было пропусков, «окон». Если запись в графе 7 дошла до правого края страницы, то она должна быть продолжена в следующей строке, начиная с гра-

фы 2 без учета вертикальных линеек граф 3-6. В графе 1 указываются только временные моменты.

В графе 9 расписание вахт приведено для дальних спортивных плаваний.

Во время вахты записи ведут в черновом блокноте, затем используют эти записи для заполнения судового журнала.

Записи выполняют шариковой авторучкой, ошибки в записях заключают в скобки, зачеркивают тонкой чертой, вслед за чем фиксируют правильные сведения или текст.

Необходимость ведения судового журнала на яхте объясняется тем, что он вместе с картой, на которой нанесена навигационная прокладка, является юридическим основанием для разбора аварий и происшествий, если таковые имели место.

При отсутствии на яхте судового журнала с бланками, выполненными типографическим способом или на компьютере, не исключается возможность использования судового журнала, сделанного по рекомендуемой форме «от руки», допустим, в общей тетради, страницы которой пронумерованы.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ ПРИЛИВОВ И ТЕЧЕНИЙ

|    |                                                                                     |                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1  | ПВ                                                                                  | Полная вода                                               |
| 2  | ВПВ                                                                                 | Высокая полная вода                                       |
| 3  | МВ                                                                                  | Малая вода                                                |
| 4  | НМВ                                                                                 | Низкая малая вода                                         |
| 5  | $Z_0$                                                                               | Средний уровень моря                                      |
| 6  | сз                                                                                  | Сизигийный прилив                                         |
| 7  | кв                                                                                  | Квадратурный прилив                                       |
| 8  | ср ПВ                                                                               | Средняя полная вода                                       |
| 9  | ср сз ПВ                                                                            | Средняя сизигийная полная вода                            |
| 10 | ср кв ПВ                                                                            | Средняя квадратурная полная вода                          |
| 11 | ср ВПВ                                                                              | Средняя высокая полная вода                               |
| 12 | ср НПВ                                                                              | Средняя низкая полная вода                                |
| 13 | ср МВ                                                                               | Средняя малая вода                                        |
| 14 | ср сз МВ                                                                            | Средняя сизигийная малая вода                             |
| 15 | ср кв МВ                                                                            | Средняя квадратурная малая вода                           |
| 16 | ср НМВ                                                                              | Средняя низкая малая вода                                 |
| 17 | ср ВМВ                                                                              | Средняя высокая малая вода                                |
| 18 |    | Постоянное течение с указанием скорости<br>в узлах        |
| 19 |   | Переменное течение с указанием скорости<br>в узлах        |
| 20 |  | Приливное течение с указанием скорости<br>в узлах         |
| 21 |  | Отливное течение с указанием скорости<br>в узлах          |
| 22 |  | Место, для которого в таблице даны<br>сведения о течениях |

# УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ

- 1  + Церковь, собор, кирха, костел
- 2  : Мечеть, минарет
- 3  \* Буддийский храм, пагода и т. п.
- 4  Часовня
- 5  Памятник, монумент
- 6  Могила. Знак с религиозным символом
- 7  Мусульманское место поклонения
- 8  ■ Приметное строение, здание
- 9  Форт, крепость
- 10  Буровая вышка
- 11  вод. Башня. Водонапорная башня
- 12  Вышка легкого типа
- 13  Радиомачта. Телевизионная мачта
- 14  Телевизионная башня. Радиобашня
- 15  Труба заводская, фабричная
- 16  Нефтяная цистерна. Газгольдер
- 17  цист. Цистерна
- 18  Ветряная мельница, двигатель

- 19   Пламя
- 20  Мачта
- 21  Флагшток
- 22  суд.  Выброшенное на берег судно
- 23  $\dagger$  (238) Высота сооружений: — от уровня моря;  
 $\dagger$  ( $\overline{50}$ ) — от основания сооружения;  
 $\dagger$  ( $\frac{238}{50}$ ) — от уровня моря и основания сооружения
- 24  $\textcircled{1}$  —  $\textcircled{+БМ}$  Навигационные ориентиры (15М — дальность  
видимости в милях)
- 25  Маяк, светящий знак
- 26  Затонувшее судно

*СОКРАЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА МОРСКИХ  
НАВИГАЦИОННЫХ КАРТАХ*

|           |                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------|
| <b>А</b>  |                                                        |
| арх.      | Архипелаг                                              |
| астр.     | Астрономический                                        |
| ат.       | Атолл                                                  |
| аэрд.     | Аэродром                                               |
| аэрп.     | Аэропорт                                               |
| <b>Б</b>  |                                                        |
| б         | Белый                                                  |
| б         | Битый (грунт)                                          |
| б.        | Бухта                                                  |
| Б., Бол.  | Большой (часть собственного названия)                  |
| бас.      | Бассейн                                                |
| бет.      | Бетонный (материал постройки)                          |
| б-ка      | Банка                                                  |
| Ближн.    | Ближний (часть собственного названия)                  |
| <b>В</b>  |                                                        |
| В         | Валуны                                                 |
| в         | Вязкий (грунт)                                         |
| Вд.       | Водоросли, трава, тина                                 |
| вдхр.     | Водохранилище                                          |
| верт      | Вертикально расположенные огни                         |
| Верх.     | Верхний (часть собственного названия)                  |
| взр. вещ. | Взрывчатые вещества (затопленные снаряды, бомбы, мины) |
| влк.      | Вулкан                                                 |

|            |                                          |
|------------|------------------------------------------|
| влнм.      | Волнолом                                 |
| ВМБ        | Военно-морская база                      |
| ВМВ        | Высокая малая вода                       |
| Внеш.      | Внешний (часть собственного названия)    |
| Внутр.     | Внутренний (часть собственного названия) |
| вод.       | Водонапорная (башня)                     |
| вод. ст.   | Водная станция                           |
| воен.      | Военный                                  |
| воен.-мор. | Военно-морской                           |
| впад.      | Впадина                                  |
| вулк       | Вулканический (грунт)                    |
| выс.       | Высота                                   |
| <b>Г</b>   |                                          |
| Г          | Грунт                                    |
| г.         | Гора                                     |
| (г)        | Горн                                     |
| гав.       | Гавань                                   |
| газ.       | Газопровод                               |
| ГАС        | Гидроакустическая станция                |
| Гб         | Глыбы                                    |
| гб.        | Губа                                     |
| ГВ         | Глубоководный (путь)                     |
| гидр. п.   | Гидрологический пост                     |
| гидр. ст.  | Гидрологическая станция                  |
| Гк         | Галька, щебень                           |
| Гл         | Глина                                    |
| Гл., гл.   | Глубина                                  |
| Гл., Глав. | Главный (часть собственного названия)    |
| гл И       | Глинистый ил                             |

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| гм. ст.      | Гидрометеорологическая станция      |
| Год. изм.    | Годовое изменение                   |
| Год. увелич. | Годовое увеличение                  |
| Год. уменьш. | Годовое уменьшение                  |
| (гор.)       | Горячий источник                    |
| гориз        | Горизонтально расположенные<br>огни |
| гос.         | Государственный                     |
| гост.        | Гостиница, отель                    |
| Гр           | Гравий                              |
| Гр., гр.     | Граница                             |
| гр. кам.     | Груда камней                        |
| гсп.         | Госпиталь                           |

## Д

|          |                                               |
|----------|-----------------------------------------------|
| (д)      | Диафон                                        |
| Дальн.   | Дальний (часть собственного на-<br>звания)    |
| деб.     | Дебаркадер                                    |
| дев      | Девационный (знак, буй)                       |
| дер.     | Деревянный (материал построй-<br>ки)          |
| Дл Пр    | Длительно-проблесковый (огонь)                |
| Дл Пр(2) | Групповой длительно-проблеско-<br>вый (огонь) |
| дм       | Дециметр                                      |
| дол      | Долина                                        |
| Долг.    | Долгота                                       |
| Дополн.  | Дополнительный (огонь)                        |
| Дублер   | Дублирующий (огонь)                           |
| Дым. тр. | Дымовая труба (на здании)                     |

## Е

|   |        |
|---|--------|
| Е | Восток |
|---|--------|

## Ж

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| ж          | Желтый                              |
| ж          | Жидкий (грунт)                      |
| ж. д.      | Железная дорога                     |
| ж.-д.      | Железнодорожный                     |
| ж.-д. пар. | Железнодорожная паромная переправа  |
| жел.       | Железный (материал постройки)       |
| жел.-бет.  | Железобетонный (материал постройки) |

## З

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| Задн               | Задний (огонь, знак)                  |
| Закр               | Закрывающийся (огонь)                 |
| зал.               | Залив                                 |
| запр.              | Запретный                             |
| зат.               | Затон                                 |
| затоп.             | Затопленный                           |
| з-д                | Завод                                 |
| зл                 | Зеленый                               |
| зн                 | Знак                                  |
| Зона прибор. плав. | Зона прибрежного плавания             |
| Зтм                | Затмевающийся (огонь)                 |
| Зтм (2)            | Групповой затмевающийся огонь         |
| Зтм(2+1)           | Сложный групповой затмевающийся огонь |

## И

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| И    | Ил                                  |
| изв  | Известковый (грунт)                 |
| изд. | Издание                             |
| Изо  | Изофазный (огонь)                   |
| им   | Имени (часть собственного названия) |

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| ИМ                | Извещения мореплавателям                 |
| ИМО               | Международная морская организация        |
| иностран.         | Иностранные (суда)                       |
| Инфр              | Инфракрасный                             |
| <b>К</b>          |                                          |
| К                 | Камни                                    |
| к.                | Карта                                    |
| к                 | Крупный (грунт)                          |
| к                 | Красный                                  |
| (к)               | Колокол                                  |
| каб.              | Кабель                                   |
| кам.              | Каменный (материал постройки)            |
| кам.              | Камень, камни (при собственном названии) |
| кан.              | Канал                                    |
| карант. ст.       | Карантинная стоянка                      |
| Карант. як. место | Карантинное якорное место                |
| кбт               | Кабельтов                                |
| кГц               | Килогерц                                 |
| км                | Километр                                 |
| колок.            | Колокольня                               |
| комп.             | Компания, фирма                          |
| Кор               | Кораллы                                  |
| кнч               | Конический (буй)                         |
| котл.             | Котловина                                |
| Кр., Красн.       | Красный (часть собственного названия)    |
| креп.             | Крепость                                 |
| куп.              | Купол                                    |
| кург.             | Курган                                   |

## Л

|          |                    |
|----------|--------------------|
| лаг.     | Лагуна             |
| ледн.    | Ледник             |
| лим.     | Лиман              |
| лихт.    | Лихтеровоз         |
| л. ст.   | Лоцманская станция |
| л. судно | Лоцманское судно   |

## М

|             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| М           | Морская миля                               |
| м           | Мелкий (грунт)                             |
| м           | Метр                                       |
| м.          | Мыс                                        |
| М., Мал.    | Малый (часть собственного названия)        |
| Магн. аном. | Магнитная аномалия                         |
| Магн. скл.  | Магнитное склонение                        |
| макс.       | Максимальный                               |
| Мал. кор.   | Малая корректура                           |
| Малообслед. | Малообследованный район                    |
| МАМС        | Международная ассоциация маячных служб     |
| М-б         | Масштаб                                    |
| мг          | Мягкий (грунт)                             |
| МГО         | Международная гидрографическая организация |
| Мерн. лин.  | Мерная линия                               |
| мет.        | Металлический (материал постройки)         |
| мет. ст.    | Метеорологическая станция                  |
| мин.        | Минимальный                                |
| мин         | Минута (времени)                           |
| Мк          | Маяк                                       |
| мм          | Миллиметр                                  |

мор.  
МППСС-72

Морской  
Международные правила преду-  
преждения столкновений  
судов в море, 1972 г.  
Мачта

мч.

## Н

набл.  
напл.  
Необслед. р-н  
нефт. з-д  
Ниж.

Наблюдательная (вышка)  
Наплавной (мост)  
Необследованный район  
Нефтеперерабатывающий завод  
Нижний (часть собственного на-  
звания)

низм.  
Нов.

Низменность  
Новый (часть собственного на-  
звания)

Нов. изд.  
НПВ  
нч Г

Новое издание (карты)  
Низкая полная вода  
Нечистый грунт

## О

о.  
обм.  
обсерв.  
о-ва  
ог  
оз.  
океаногр.  
осв.  
осх.  
отм.  
отсут.  
ОЧ  
ОЧ(3)

Остров  
Обмелевший  
Обсерватория  
Острова  
Огонь  
Озеро  
Океанографический  
Освещаемый (прожектором)  
Осыхающий  
Омель  
Отсутствует  
Очень частый (огонь)  
Групповой очень частый (огонь)

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| П          | Песок, илистый песок                  |
| П          | Постоянный (огонь)                    |
| П          | Паромная переправа                    |
| пар.       | Пост береговой охраны                 |
| ПБО        | Переправа                             |
| пер.       | Переменный (огонь)                    |
| Пер        | Передний (огонь, знак)                |
| Передн     | Перекат                               |
| перек.     | Пирамида                              |
| пир.       | Плита                                 |
| Пл         | Плавучий (причал, док)                |
| пл.        | Плотный (грунт)                       |
| пл         | Платформа                             |
| платф.     | Полуостров                            |
| п-ов       | Пограничный                           |
| погр.      | Подводный                             |
| подв.      | Подводный вулкан                      |
| подв. влк. | Подводная гора                        |
| подв. г.   | Покрывающийся (в полную воду и т. п.) |
| Покр.      | Порог, пороги                         |
| пор.       | Портальный кран                       |
| порт. кран | Посадочная площадка                   |
| пос. пл.   | Положение приближенно                 |
| ПП         | Пролив                                |
| пр.        | Проблесковый (огонь)                  |
| Пр         | Групповой проблесковый (огонь)        |
| Пр (2)     | Сложный групповой проблеско-          |
| Пр(2+1)    | вый (огонь)                           |
| Прав.      | Правый (часть собственного на-        |
|            | звания)                               |
| ПРД        | Пост регулирования движения           |
|            | судов                                 |

|          |                                                      |
|----------|------------------------------------------------------|
| предупр. | Предупреждение                                       |
| пресн.   | Пресная вода                                         |
| прибл.   | Приблизенно, около                                   |
| прим.    | Примечание                                           |
| примет.  | Приметный                                            |
| прист.   | Пристань                                             |
| прич.    | Причал                                               |
| Протр.   | Протралено                                           |
| прох.    | Проход                                               |
| ПС       | Положение опасности прибли-<br>женно или сомнительно |

## Р

|                   |                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Р                 | Ракушечник                                                 |
| р.                | Река                                                       |
| развод.           | Разводной (мост, платина, боны)                            |
| Резерв            | Резервный (огонь)                                          |
| Резерв. як. место | Резервное якорное место                                    |
| РЛ                | Путь с радиолокационной про-<br>водкой                     |
| РЛМк (отв)        | Радиолокационный маяк-ответ-<br>чик                        |
| РЛО               | Радиолокационный ориентир                                  |
| РЛС               | Радиолокационная станция                                   |
| Р-н, р-н          | Район                                                      |
| Р-н бомб.         | Район бомбометания                                         |
| Р-н повыш.        | Район повышенной осторожнос-<br>ти плавания                |
| осторожн. плав.   |                                                            |
| РНС               | Радионавигационная система                                 |
| РП                | Рекомендованный путь                                       |
| РПС               | Радиопеленгаторная станция                                 |
| РТСНО             | Радиотехнические средства нави-<br>гационного оборудования |
| рук.              | Рукав                                                      |

|                 |                                          |
|-----------------|------------------------------------------|
| руч.            | Ручей                                    |
| рыб. сети       | Рыболовные сети                          |
| <b>С</b>        |                                          |
| с               | Секунда (времени)                        |
| с               | Средний (грунт)                          |
| (с)             | Сирена                                   |
| Св.             | Святой (часть собственного названия)     |
| Сев.            | Северный (часть собственного названия)   |
| Ск              | Скала                                    |
| ск.             | Скала, скалы (при собственном названии)  |
| (скт)           | Секторный (огонь)                        |
| сл              | Слоистый (грунт)                         |
| см              | Сантиметр                                |
| сн              | Синий, голубой                           |
| СНО             | Средства навигационного оборудования     |
| сп.ст.          | Спасательная станция                     |
| Сред., Ср.      | Средний (часть собственного названия)    |
| СС              | Существование сомнительно                |
| с.ст            | Сигнальная станция                       |
| ст.             | Станция                                  |
| Стар., Ст.      | Старый (часть собственного названия)     |
| ств, (ств)      | Створный                                 |
| суд.            | Судно (затонувшее, выброшенное на берег) |
| суд. 3-д        | Судостроительный завод                   |
| суд.-рем. 3-д   | Судоремонтный завод                      |
| суд.-рем. маст. | Судоремонтные мастерские                 |
| сфр             | Сферический (буй)                        |

## Т

т

там.

тв

тв.

терм.

Тум

тун.

тф.

Тонна

Таможня

Твердый, жесткий грунт

Телевизионная (башня, мачта)

Терминал

Туманный (огонь)

Туннель

Телеграф

## У

уз

ур.

ур. п.

усл. зн.

УЧ

Узел (морская единица скорости)

Уровень воды

Уровенный пост

Условный знак

Ультрачастый (огонь)

## Ф

ф.

фарв.

ФВК

ф-ка

фл

фл.

фрд.

Форт

Фарватер

Фарватер военный контролируе-  
мый

Фабрика

Фиолетовый

Флагшток

Фьорд

## Х

хим. вещ.

хут.

Химические вещества

Хутор

## Ц

Центр., Ц.

цер.

Центральный (часть собственно-  
го названия)

Церковь

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| цист.      | Цистерна                            |
| цлдр       | Цилиндрический (буй)                |
| <b>Ч</b>   |                                     |
| ч          | Час                                 |
| ч          | Черный                              |
| Ч          | Частый (частопроблесковый)          |
|            | огонь                               |
| Ч(3)       | Групповой частый огонь              |
| <b>Ш</b>   |                                     |
| шах.       | Шахта                               |
| Шир.       | Широта                              |
| шл.        | Шлюз                                |
| Шлюп. гав. | Шлюпочная гавань                    |
| <b>Э</b>   |                                     |
| элев.      | Элеватор                            |
| эл. ог.    | Электрический огонь                 |
| эл. подст. | Электрическая подстанция            |
| <b>Ю</b>   |                                     |
| Южн.       | Южный (часть собственного названия) |
| <b>Я</b>   |                                     |
| Як. место  | Место якорной стоянки               |
| <b>Е</b>   | Восток, восточный                   |
| <b>N</b>   | Север, северный                     |
| <b>NE</b>  | Северо-восток                       |
| <b>NW</b>  | Северо-запад                        |
| <b>S</b>   | Юг, южный                           |
| <b>SE</b>  | Юго-восток                          |
| <b>SW</b>  | Юго-запад                           |
| <b>W</b>   | Запад, западный                     |

# ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

## 1. Определить значения и наименования РШ и РД

| №<br>пп | Координаты<br>пункта отхода |            | Координаты<br>пункта прихода |            | РШ | РД |
|---------|-----------------------------|------------|------------------------------|------------|----|----|
|         | Широта                      | Долгота    | Широта                       | Долгота    |    |    |
| 1       | 20°05,0'N                   | 18°00,0'W  | 50°05,0'N                    | 5°00,0'W   |    |    |
| 2       | 0°30,0'S                    | 75°00,0'E  | 45°45,0'S                    | 105°30,0'E |    |    |
| 3       | 60°00,0'N                   | 172°30,0'E | 50°00,0'N                    | 172°30,0'W |    |    |
| 4       | 45°30,0'S                   | 150°00,0'W | 70°45,0'S                    | 173°30,0'E |    |    |
| 5       | 65°00,0'N                   | 37°30,0'W  | 60°00,0'S                    | 22°30,0'E  |    |    |
| 6       | 80°00,0'N                   | 105°00,0'E | 70°00,0'N                    | 179°00,0'W |    |    |
| 7       | 45°00,0'N                   | 50°00,0'E  | 37°20,0'N                    | 52°50,0'E  |    |    |
| 8       | 0°30,5'N                    | 135°00,0'E | 45°41,0'N                    | 165°05,0'W |    |    |
| 9       | 55°10,0'S                   | 165°30,0'E | 15°15,0'N                    | 52°30,0'E  |    |    |
| 10      | 22°30,0'N                   | 82°30,0'W  | 50°35,0'N                    | 5°00,0'W   |    |    |

## 2. Определить координаты пункта прихода

| №<br>пп | Координаты<br>пункта отхода |            | РШ          | РД          | Координаты<br>пункта прихода |         |
|---------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|------------------------------|---------|
|         | Широта                      | Долгота    |             |             | Широта                       | Долгота |
| 1       | 50°35,0'N                   | 5°00,0'W   | 28°05,0'кS  | 77°30,0'кW  |                              |         |
| 2       | 60°00,0'S                   | 165°00,0'E | 100°00,0'кN | 30°00,0'кE  |                              |         |
| 3       | 15°15,0'N                   | 52°30,0'E  | 70°25,0'кS  | 113°00,0'кE |                              |         |
| 4       | 45°30,0'N                   | 165°55,0'W | 40°30,0'кS  | 25°05,0'кW  |                              |         |
| 5       | 50°05,0'S                   | 5°00,0'W   | 30°00,0'кN  | 13°00,0'кW  |                              |         |
| 6       | 60°00,0'S                   | 67°30,0'W  | 65°00,0'кN  | 75°00,0'кE  |                              |         |
| 7       | 40°00,0'S                   | 75°00,0'W  | 75°00,0'кN  | 145°00,0'кW |                              |         |
| 8       | 45°10,0'N                   | 138°15,0'E | 14°05,0'кN  | 12°05,0'кE  |                              |         |
| 9       | 30°06,0'N                   | 175°00,0'E | 30°44,0'кN  | 34°55,0'кE  |                              |         |
| 10      | 70°30,0'S                   | 165°00,0'W | 19°30,0'кN  | 55°00,0'кW  |                              |         |

## 3. Определить курсовой угол

| №<br>пп | ИК     | КК     | ИП     | КП     | КУ |
|---------|--------|--------|--------|--------|----|
| 1       | 45,0°  |        | 90,0°  |        |    |
| 2       | 130,0° |        | 80,0°  |        |    |
| 3       | 215,0° |        | 255,0° |        |    |
| 4       | 350,0° |        | 280,0° |        |    |
| 5       | 10,0°  |        | 330,0° |        |    |
| 6       |        | 48,0°  |        | 15,0°  |    |
| 7       |        | 70,0°  |        | 103,0° |    |
| 8       |        | 258,0° |        | 178,0° |    |
| 9       |        | 175,0° |        | 213,0° |    |
| 10      |        | 359,0° |        | 289,0° |    |

#### 4. Определить истинный или компасный пеленг

| №<br>пп | ИК     | КК     | КУ          | ИП | КП |
|---------|--------|--------|-------------|----|----|
| 1       | 15,0°  |        | 80° пр. б.  |    |    |
| 2       | 30,0°  |        | 70° л. б.   |    |    |
| 3       | 120,0° |        | 30° пр. б.  |    |    |
| 4       | 135,0° |        | 45° л. б.   |    |    |
| 5       | 195,0° |        | 35° пр. б.  |    |    |
| 6       |        | 5,0°   | 45° л. б.   |    |    |
| 7       |        | 108,0° | 140° л. б.  |    |    |
| 8       | 143,0  |        | 160° л. б.  |    |    |
| 9       |        | 201,0° | 169° пр. б. |    |    |
| 10      |        | 267,0° | 110° пр. б. |    |    |

#### 5. Определить истинный или компасный курс

| №<br>пп | ИП     | КП     | КУ          | ИК | КК |
|---------|--------|--------|-------------|----|----|
| 1       | 40,0°  |        | 95° л. б.   |    |    |
| 2       | 155,0° |        | 45° пр. б.  |    |    |
| 3       | 217,0° |        | 80° л. б.   |    |    |
| 4       | 270,0° |        | 100° пр. б. |    |    |
| 5       | 345,0° |        | 45° пр. б.  |    |    |
| 6       |        | 77,0°  | 130° пр. б. |    |    |
| 7       |        | 116,0° | 80° л. б.   |    |    |
| 8       |        | 136,0° | 145° л. б.  |    |    |
| 9       |        | 239,0° | 177° пр. б. |    |    |
| 10      |        | 309,0° | 101° пр. б. |    |    |

#### 6. Рассчитать дальность видимости горизонта

| №<br>пп | Высота глаза<br>наблюдателя, м | Дальность видимости<br>горизонта, мили |
|---------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 1       | 3                              |                                        |
| 2       | 4                              |                                        |
| 3       | 8                              |                                        |
| 4       | 11                             |                                        |
| 5       | 9                              |                                        |
| 6       | 13                             |                                        |
| 7       | 16                             |                                        |
| 8       | 14                             |                                        |
| 9       | 4,5                            |                                        |
| 10      | 19                             |                                        |

7. Рассчитать дальность видимости маяка или ориентира

| №<br>пп | Высота маяка<br>(ориентира), м | Высота глаза<br>наблюдателя, м | Дальность<br>видимости маяка, мили |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1       | 15                             | 8                              |                                    |
| 2       | 90                             | 3                              |                                    |
| 3       | 30                             | 4,5                            |                                    |
| 4       | 100                            | 14                             |                                    |
| 5       | 50                             | 11                             |                                    |
| 6       | 70                             | 7                              |                                    |
| 7       | 40                             | 6                              |                                    |
| 8       | 45                             | 9                              |                                    |
| 9       | 80                             | 10                             |                                    |
| 10      | 25                             | 15                             |                                    |

8. Рассчитать дальность открытия маяка

| №<br>пп | Указанная на карте<br>дальность открытия<br>маяка, мили | Высота глаза<br>наблюдателя, м | Дальность открытия<br>маяка, мили |
|---------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1       | 20                                                      | 9                              |                                   |
| 2       | 21                                                      | 3                              |                                   |
| 3       | 18                                                      | 16                             |                                   |
| 4       | 19                                                      | 5                              |                                   |
| 5       | 16                                                      | 7                              |                                   |
| 6       | 24                                                      | 15                             |                                   |
| 7       | 14                                                      | 8                              |                                   |
| 8       | 17                                                      | 12                             |                                   |
| 9       | 26                                                      | 2                              |                                   |
| 10      | 15                                                      | 10                             |                                   |

9. Привести магнитное склонение к году плавания

| №<br>пп | Указанное<br>на карте<br>магнитное<br>склонение | Год, к которому<br>относится<br>магнитное<br>склонение | Годовое изме-<br>нение<br>магнитного<br>склонения | Год пла-<br>вания | Приведен-<br>ное к году<br>плавания<br>магнитное<br>склонение |
|---------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1       | 9,6°E                                           | 1990                                                   | Уменьшение 3'                                     | 2003              |                                                               |
| 2       | 0,4°W                                           | 1989                                                   | Увеличение 6'                                     | 2004              |                                                               |
| 3       | 1,2°E                                           | 1994                                                   | 0,1°к E                                           | 2004              |                                                               |
| 4       | 4,5°W                                           | 1995                                                   | 0,08°к W                                          | 2005              |                                                               |
| 5       | 3,0°E                                           | 1992                                                   | Уменьшение 7'                                     | 2006              |                                                               |
| 6       | 10,0°W                                          | 1988                                                   | 0,06°к E                                          | 2005              |                                                               |
| 7       | 5,0°E                                           | 1989                                                   | 0,08°к W                                          | 2004              |                                                               |
| 8       | 0,8°W                                           | 1993                                                   | Увеличение 4'                                     | 2003              |                                                               |
| 9       | 10,0°E                                          | 1994                                                   | 0,08°к W                                          | 2005              |                                                               |
| 10      | 0,5°W                                           | 1993                                                   | 0,1°к E                                           | 2007              |                                                               |

10. Определить поправку магнитного компаса

| №<br>пп | Магнитное склонение,<br>приведенное к году<br>плавания | Девияция магнитного<br>компаса | Поправка<br>магнитного компаса |
|---------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1       | 8,0°W                                                  | +4,0°                          |                                |
| 2       | 3,5°E                                                  | -5,0°                          |                                |
| 3       | 5,3°W                                                  | +2,7°                          |                                |
| 4       | 2,1°E                                                  | -3,5°                          |                                |
| 5       | 3,8°E                                                  | +2,2°                          |                                |
| 6       | 10,0°E                                                 | -5,7°                          |                                |
| 7       | 3,3°W                                                  | +1,7°                          |                                |
| 8       | 5,7° E                                                 | +1,3°                          |                                |
| 9       | 6,5° E                                                 | +2,7°                          |                                |
| 10      | 4,5° E                                                 | -2,2°                          |                                |

11. Определить ИК

| №<br>пп | КК     | $\delta_{пр}$ | $\delta$ | ИК |
|---------|--------|---------------|----------|----|
| 1       | 45°    | 9,0°W         | +3,0°    |    |
| 2       | 130°   | 5,0°E         | -3,0°    |    |
| 3       | 191,5° | 10,0°E        | -3,5°    |    |
| 4       | 314,0° | 12,0°W        | +4,0°    |    |
| 5       | 359,0° | 15,0°E        | -2,5°    |    |
| 6       | 15,0°  | 11,0°E        | -5,0°    |    |
| 7       | 85,0°  | 6,0°E         | +3,0°    |    |
| 8       | 150,0° | 1,0°W         | +4,4°    |    |
| 9       | 330,0° | 9,0°E         | +2,0°    |    |
| 10      | 275,0° | 2,6°W         | +1,6°    |    |

12. Определить КК

| №<br>пп | ИК     | $\delta_{пр}$ | $\delta$ | КК |
|---------|--------|---------------|----------|----|
| 1       | 30,0°  | 5,0°W         | -1,0°    |    |
| 2       | 115,0° | 8,5°E         | +1,5°    |    |
| 3       | 175,0  | 3,0°W         | +5,0°    |    |
| 4       | 211,5° | 8,5°W         | +1,5°    |    |
| 5       | 263,5° | 3,5°W         | -2,0°    |    |
| 6       | 315,0° | 8,0°E         | +4,0°    |    |
| 7       | 357,0° | 8,0°W         | -2,0°    |    |
| 8       | 10,0°  | 3,0°E         | +1,8°    |    |
| 9       | 60,0°  | 6,0°W         | +2,0°    |    |
| 10      | 15,0°  | 10,0°E        | -1,5°    |    |

13. Определить КК

| №<br>пп | ПУ     | $\alpha$ | $\delta_{пр}$ | $\delta$ | КК |
|---------|--------|----------|---------------|----------|----|
| 1       | 43,0°  | +2,0°    | 7,5°E         | -2,5°    |    |
| 2       | 145,0° | -4,0°    | 10,0°E        | +2,0°    |    |
| 3       | 163,5° | +3,0°    | 1,5°W         | +1,5°    |    |
| 4       | 78,0°  | -3,0°    | 9,5°E         | +2,5°    |    |
| 5       | 245,5° | +2,0°    | 4,3°W         | -1,3°    |    |
| 6       | 318,0° | -2,0°    | 5,1°E         | -1,6°    |    |
| 7       | 118,0° | +2,0°    | 1,4°W         | +1,6°    |    |
| 8       | 67,0°  | -3,0°    | 0,5°W         | -1,5°    |    |
| 9       | 215,0° | -1,0°    | 4,5°E         | -2,0°    |    |
| 10      | 137,0° | +4,0°    | 2,7°W         | +1,8°    |    |

14. Определить поправку и девиацию магнитного компаса пеленгованием створа

| №<br>пп | Направление<br>створа | КП створа | $\delta_{пр}$ | $\Delta$ МК | $\delta$ |
|---------|-----------------------|-----------|---------------|-------------|----------|
| 1       | 64°–244°              | 247,5°    | 10,0°E        |             |          |
| 2       | 195°–15°              | 12,0°     | 1,6°E         |             |          |
| 3       | 272°–92°              | 95,0°     | 1,5°W         |             |          |
| 4       | 24°–204°              | 196,0°    | 6,0°E         |             |          |
| 5       | 35°–215°              | 217,5°    | 1,5°E         |             |          |
| 6       | 17°–197°              | 191,0°    | 4,2°E         |             |          |
| 7       | 311°–131°             | 138,0°    | 6,0°W         |             |          |
| 8       | 48°–228°              | 230,0°    | 3,0°W         |             |          |
| 9       | 274°–94°              | 98,0°     | 4,6°W         |             |          |
| 10      | 195°–5°               | 9,5°      | 3,9°W         |             |          |

15. Определить угол дрейфа при следовании по створу

| №<br>пп | Направление<br>створа | КП     | $\delta_{пр}$ | $\delta$ | $\alpha$ |
|---------|-----------------------|--------|---------------|----------|----------|
| 1       | 64°–244°              | 59,0°  | 4,6°E         | -2,6°    |          |
| 2       | 195°–15°              | 197,0° | 2,2°W         | +5,2°    |          |
| 3       | 272°–92°              | 262,0° | 9,6°E         | +2,4°    |          |
| 4       | 24°–204°              | 31,5°  | 1,8°W         | -1,7°    |          |
| 5       | 35°–215°              | 34,5°  | 8,5°W         | +5,0°    |          |
| 6       | 17°–197°              | 19,0°  | 1,4°W         | +2,4°    |          |
| 7       | 311°–131°             | 300,0° | 8,0°E         | -2,0°    |          |
| 8       | 48°–228°              | 55,0°  | 0,5°W         | -1,5°    |          |
| 9       | 274°–94°              | 275,5° | 3,5°W         | -2,0°    |          |
| 10      | 195°–5°               | 205,0° | 6,0°W         | +2,0°    |          |

## *КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО НАВИГАЦИИ И ЛОЦИИ*

1. Роль навигации в судовождении.
2. Фигура и размеры Земли.
3. Основные точки, линии и плоскости наблюдателя.
4. Координаты точки на Земле.
5. Изображение поверхности Земли на картах. Картографические проекции, их применение.
6. Географические координаты места. Разность широт и разность долгот.
7. Определение направлений в море и морские единицы измерения расстояния и скорости.
8. Круговая, полукруговая и четвертная системы счета направлений в море.
9. Истинные курсы, пеленги, курсовые углы, путевые углы.
10. Магнитный компас. Устройство, предназначение и использование.
11. Земной магнетизм и его элементы. Магнитное склонение, приведенное к году плавания.
12. Магнитные курсы и пеленги.
13. Девиация магнитного компаса, причины появления и изменения, определение остаточной девиации.
14. Компасные направления. Поправка магнитного компаса.
15. Исправление и перевод курсов и пеленгов.
16. Контроль за работой магнитного компаса в рейсе.
17. Определение поправки магнитного компаса по створу.
18. Дальность видимости горизонта, ориентиров и огней. Расчет дальности видимости ориентира.

19. Определение расстояния до ориентиров в море с помощью секстана по измеренному вертикальному углу.
20. Понятия о навигационных картах.
21. Картографические проекции. Проекция Меркатора. Основные свойства карт меркаторской проекции.
22. Классификация морских карт по масштабу.
23. Измерение и прокладка расстояний и направлений на меркаторской карте.
24. Понятия о локсодромии и ортодромии.
25. Числовой и линейный, главный и частный масштабы морской навигационной карты. Предельная точность масштаба.
26. Содержание морских навигационных карт и их чтение.
27. Механический и индукционный лаги. Устройство, предназначение и использование.
28. Определение скорости и пройденного расстояния по лагу. Разность отчетов лага. Поправка лага. Коэффициент лага.
29. Требования к точности учета поправки лага. Контроль за работой лага в рейсе.
30. Графические задачи, решаемые на карте.
31. Графическое счисление пути судна на морской навигационной карте без учета ветра и течения.
32. Совместный учет ветра и течения при графическом счислении пути судна. Решение обратной задачи.
33. Влияние ветра и течения на путь судна. Дрейф судна, определение угла дрейфа. Снос судна от течения.
34. Учет угла дрейфа при плавании.
35. Способы определения угла дрейфа судна.
36. Определение угла дрейфа судна при следовании по створу.

37. Определение угла дрейфа судна пеленгованием кильватерной струи.
38. Учет постоянного течения.
39. Счисление пути судна при плавании на течении. Решение прямой и обратной задачи.
40. Способы определения скорости судна. Расчет пройденного расстояния по времени и скорости, скорости по пройденному расстоянию при отсутствии течения.
41. Исправление курсов и пеленгов.
43. Графическое счисление пути судна. Элементы счисления, требования к точности их учета.
44. Определение времени и отсчета лага выхода в заданную точку при плавании в условиях воздействия ветра.
45. Предварительная прокладка.
46. Сущность обсерваций.
47. Необходимость обсерваций. Контроль и коррекция счисления.
48. Невязка, ее элементы, обозначение на карте.
49. Погрешность измерений визуальных пеленгов и их влияние на точность обсерваций.
50. Навигационные параметры, изолинии и линии положения.
51. Навигационные способы определения места судна. Периодичность определения места. Выбор и опознавание ориентиров.
52. Определение места судна по трем пеленгам, порядок выполнения.
53. Определение места судна по пеленгу и расстоянию, порядок выполнения.
54. Определение места судна по двум горизонтальным углам, порядок выполнения.

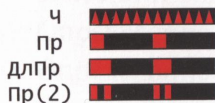
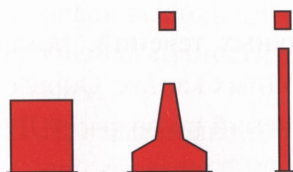
55. Случай неопределенности при определении места судна по двум горизонтальным углам. Признаки отсутствия случая неопределенности.
56. Определение места судна по крьюйс-пеленгу, порядок выполнения.
57. Определение места судна по пеленгам двух ориентиров, порядок выполнения.
58. Определение места судна по двум расстояниям, порядок выполнения.
59. Оценка точности обсерваций в условиях плавания на яхте.
60. Приемоиндикатор спутниковой радионавигационной системы GPS. Точность обсервации, основные и вспомогательные функции.
61. Определение суммарного угла сноса по обсервациям.
62. Определение места судна и плавание по путевым точкам с использованием приемоиндикатора спутниковой радионавигационной системы GPS.
63. Выявление действия на судно постоянного течения в районе плавания и определение элементов течения.
64. Морские навигационные пособия. Порядок подбора карт на рейс.
66. Штурманская подготовка к рейсу.
67. Изучение района плавания по маршруту предстоящего перехода судна. Графический план рейса.
68. Подбор и корректура карт и пособий перед выходом судна в рейс.
69. Правила ведения судового журнала.
70. Системы разделения движения судов.
71. Латеральная система ограждения сторон фарватеров.
72. Кардинальная система ограждения навигационных опасностей.
73. Опознавание маяка по характеристике его огня.

74. Определение дальности открытия маяка по его высоте.
75. Определение дальности открытия маяка по дальности, указанной на морской навигационной карте для высоты глаза наблюдателя 5 м.
76. Причины возникновения и характер приливных течений, районы их действия. Сизигия и квадратура. Колебания глубин, указанных на морских навигационных картах.
77. Использование таблиц приливных течений, помещенных на морских навигационных картах. Определение характера приливных течений по возрасту Луны. Расчет водного часа.

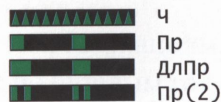
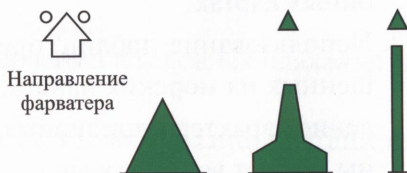
# ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ЗНАКИ РЕГИОН «А»

## ЗНАКИ ОГРАЖДЕНИЯ СТОРОН ФАРВАТЕРОВ

Знаки левой стороны

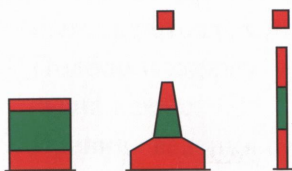


Знаки правой стороны



## ЗНАКИ РАЗДЕЛЕНИЯ ФАРВАТЕРОВ

Основной фарватер слева



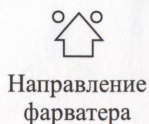
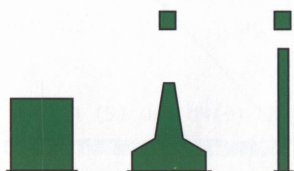
Основной фарватер справа



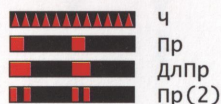
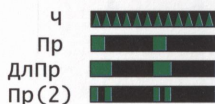
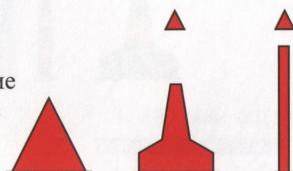
# ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ЗНАКИ РЕГИОН «В»

## ЗНАКИ ОГРАЖДЕНИЯ СТОРОН ФАРВАТЕРОВ

Знаки левой стороны

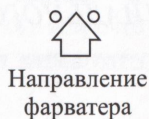
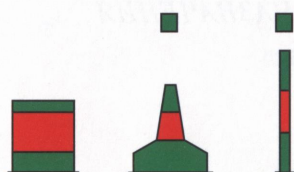


Знаки правой стороны

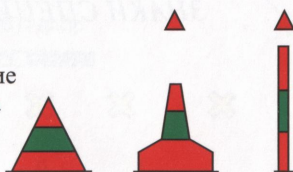


## ЗНАКИ РАЗДЕЛЕНИЯ ФАРВАТЕРОВ

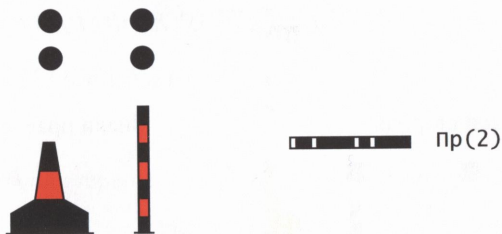
Основной фарватер справа



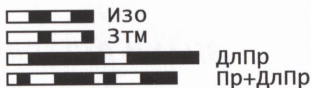
Основной фарватер слева



# **ЗНАКИ ОГРАЖДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОПАСНОСТЕЙ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ**

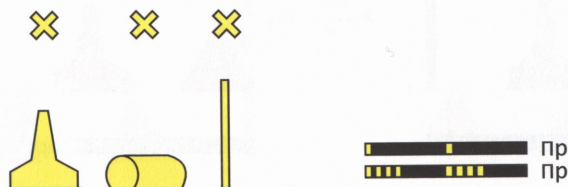


## **ОСЕВЫЕ ЗНАКИ**

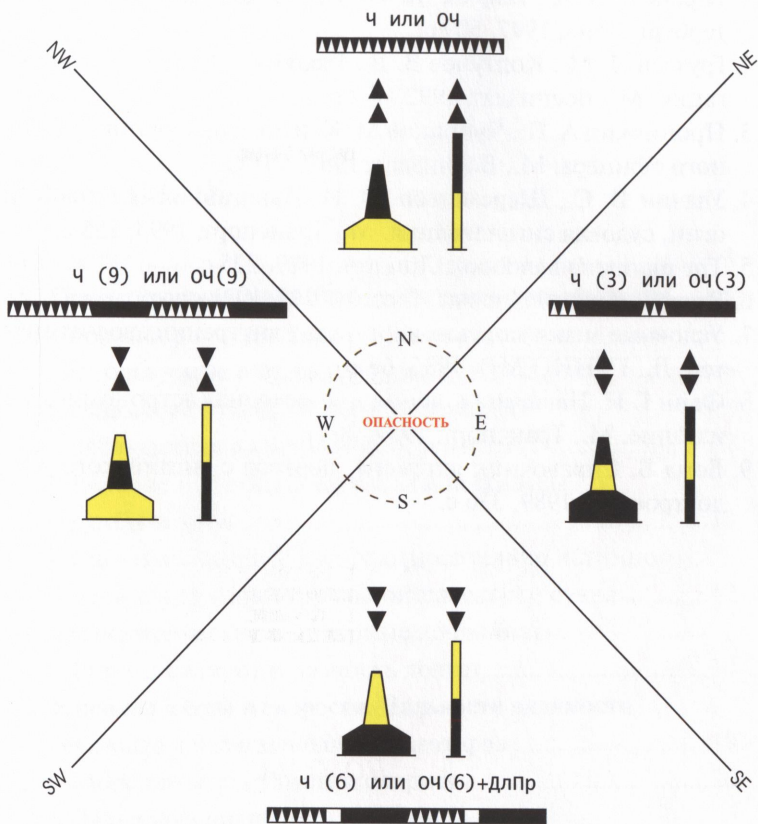


ДлПр  
Пр+ДлПр

## **ЗНАКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**



# КАРДИНАЛЬНЫЕ ЗНАКИ



## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов Ю. К., Гаврюк М. И. и др. Навигация. Санкт-Петербург, Лань, 1997, 509 с.
2. Груздев Н. М., Колтунов В. В., Гладков Г. Е. Морская навигация. М., Воениздат, 1992, 472 с.
3. Проницкий А. П., Чуприков М. К. и др. Справочник вахтенного офицера. М., Воениздат, 1967, 501 с.
4. Удачин В. С., Шереметьев Ю. Н. Навигационные знаки и огни, судовая сигнализация. М., Транспорт, 1993, 255 с.
5. The mariner's handbook. Лондон, 1989, 225 с.
6. Brown's nautical almanac. Глазго, 1999, 1021 с.
7. Условные знаки морских карт и карт внутренних водных путей. Л., ГУНИО МО, 1985, 64 с.
8. Файн Г. И. Навигация, лоция и мореходная астрономия. 3-е издание. М., Транспорт, 1989, 264 с.
9. Бонд Б. Справочник яхтсмена, перевод с английского. Судостроение, 1989, 336 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Введение .....                                                                                         | 3         |
| <b>1. Ориентирование наблюдателя на земной поверхности .....</b>                                       | <b>5</b>  |
| 1.1 Форма и размеры Земли. Модели Земли,<br>используемые в судовождении.....                           | 6         |
| 1.2. Основные точки, линии и плоскости<br>наблюдателя на земной поверхности .....                      | 7         |
| 1.3. Деление истинного горизонта на градусы,<br>румбы и четверти .....                                 | 10        |
| 1.4. Счет направлений в море относительно истинного<br>меридиана и диаметральной плоскости судна ..... | 12        |
| 1.5. Географические и полярные координаты.<br>Разность широт и разность долгот.....                    | 14        |
| <b>2. Единицы длины и скорости. Дальности видимости<br/>горизонта и навигационных ориентиров .....</b> | <b>19</b> |
| 2.1. Морские меры длины и скорости .....                                                               | 20        |
| 2.2. Дальности видимости горизонта<br>и навигационных ориентиров.....                                  | 20        |
| <b>3. Используемые на яхтах навигационные<br/>технические средства.....</b>                            | <b>25</b> |
| 3.1. Магнитные компасы .....                                                                           | 26        |
| 3.2. Лаги. Определение скорости яхты<br>и пройденного ею расстояния.....                               | 35        |
| 3.3. Анемометр. Определение скорости и направления<br>вымпельного и истинного ветра .....              | 37        |
| 3.4. Эхолот, его использование для определения<br>глубины .....                                        | 38        |

|                                                                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5. Приемоиндикаторы спутниковой радионавигационной системы GPS. Назначение, состав, принцип действия системы .....                                           | 39        |
| 3.6. Авторулевые .....                                                                                                                                         | 42        |
| 3.7. Радиолокационные станции, их технико-эксплуатационные характеристики и возможности .....                                                                  | 42        |
| 3.8. Электронные карты, автоматизированные навигационные комплексы .....                                                                                       | 48        |
| <b>4. Морские навигационные карты, определение места судна, ведение навигационной прокладки.....</b>                                                           | <b>57</b> |
| 4.1. Меркаторская картографическая проекция. Классификация морских навигационных карт по масштабу .....                                                        | 58        |
| 4.2. Навигационные параметры и изолинии. Сущность определения места судна, счислимая и обсервованная точки. Графическое счисление. Невязка и ее элементы ..... | 62        |
| 4.3. Ведение навигационной прокладки .....                                                                                                                     | 64        |
| <b>5. Определение места судна визуальными способами .....</b>                                                                                                  | <b>67</b> |
| 5.1. Определение места судна по двум и трем компасным пеленгам .....                                                                                           | 68        |
| 5.2. Определение места судна способом крьюйс-пеленга и по разновременным пеленгам двух навигационных ориентиров .....                                          | 70        |
| 5.3. Определение места судна по двум горизонтальным углам.....                                                                                                 | 73        |
| 5.4. Определение расстояния до навигационного ориентира и возможности выполнения обсерваций по измеренным секстаном вертикальным углам .....                   | 81        |
| 5.5. Общие рекомендации по выполнению визуальных обсерваций .....                                                                                              | 84        |
| <b>6. Учет воздействия на судно внешних факторов .....</b>                                                                                                     | <b>85</b> |
| 6.1. Учет воздействия ветра .....                                                                                                                              | 86        |
| 6.2. Учет воздействия течения.....                                                                                                                             | 90        |

|                                                                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.3. Учет совместного воздействия ветра и течения .....                                                                | 93         |
| 6.4. Учет воздействия ветра при выполнении<br>лабиринтов .....                                                         | 97         |
| 6.5. Учет приливных течений и колебаний глубин .....                                                                   | 100        |
| <b>7. Использование приемоиндикаторов спутниковой<br/>    радионавигационной системы GPS .....</b>                     | <b>107</b> |
| 7.1. Возможность определения географических<br>координат .....                                                         | 108        |
| 7.2. Плавание в режиме «компас» и по путевым<br>точкам .....                                                           | 108        |
| 7.3. Некоторые сокращения, используемые<br>в приемоиндикаторах системы GPS .....                                       | 110        |
| <b>8. Использование радиолокационных станций<br/>    для выполнения обсерваций .....</b>                               | <b>111</b> |
| 8.1. Основы чтения радиолокационного изображения.<br>Точность измерения радиолокационных<br>расстояния и пеленга ..... | 112        |
| 8.2. Определение места судна с использованием РЛС.....                                                                 | 113        |
| <b>9. Морская лоция, терминология прибрежных<br/>    районов и навигационных опасностей .....</b>                      | <b>117</b> |
| <b>10. Средства навигационного оборудования .....</b>                                                                  | <b>121</b> |
| 10.1. Общие положения .....                                                                                            | 122        |
| 10.2. Маяки, знаки и огни, их дальность<br>видимости и характеристика .....                                            | 122        |
| 10.3. Система навигационного оборудования морей<br>плавающим предупредительными знаками .....                          | 127        |
| 10.4. Системы разделения движения судов .....                                                                          | 132        |
| <b>11. Руководства и пособия для плавания .....</b>                                                                    | <b>135</b> |
| 11.1. Каталог карт и книг .....                                                                                        | 136        |
| 11.2. Лоции .....                                                                                                      | 137        |
| 11.3. Огни и знаки .....                                                                                               | 138        |
| <b>12. Проработка маршрута перехода .....</b>                                                                          | <b>139</b> |
| 12.1. Порядок подбора карт, пособий и руководств,<br>их корректура .....                                               | 140        |
| 12.2. Предварительная прокладка .....                                                                                  | 141        |

|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Приложения.....</b>                                                                               | <b>143</b> |
| Приложение 1. Сила, скорость ветра и состояние<br>поверхности моря (шкала Бофорта) .....             | 145        |
| Приложение 2. Углы сноса при плавании на течении.....                                                | 146        |
| Приложение 3. Коэффициенты путевой скорости<br>при плавании на течении .....                         | 146        |
| Приложение 4. Сравнительная таблица скоростей .....                                                  | 147        |
| Приложение 5. Расстояние до ориентира (мили)<br>по измеренному секстаном<br>вертикальному углу ..... | 148        |
| Приложение 6. Наибольшая высота приливов (м)<br>в некоторых морях.....                               | 148        |
| Приложение 7. Рекомендуемые форма и правила<br>ведения судового журнала на яхте .....                | 149        |
| Приложение 8. Терминология приливов и течений .....                                                  | 153        |
| Приложение 9. Условные знаки, используемые<br>на морских навигационных картах.....                   | 154        |
| Приложение 10. Сокращения, используемые<br>на морских навигационных картах.....                      | 156        |
| Приложение 11. Задачи для контрольных работ .....                                                    | 168        |
| Приложение 12. Контрольные вопросы по<br>навигации и лоции .....                                     | 173        |
| Приложение 13. Латеральные и кардинальные знаки.....                                                 | 178        |
| Литература .....                                                                                     | 182        |

# **ИЗДАТЕЛЬСТВО «АД ФОНТАС» И МОСКОВСКАЯ ЯХТЕННАЯ ШКОЛА ПЛАНИРУЮТ К ВЫХОДУ В СВЕТ В 2003 ГОДУ**

## **Управление парусными яхтами**

Пособие содержит сведения по курсу яхтенных рулевых II класса. Рассматриваются основные вопросы управления парусными яхтами: терминология, подготовка яхты к плаванию, работа с парусами, особые случаи в плавании.

## **Толковый морской словарь (русско-английский)**

Толковый словарь основных яхтенных терминов, которые понадобятся в процессе освоения искусства плавания под парусами. Приведен необходимый минимум терминов, относящихся к устройству небольших моторных судов и плаванию на них. Предназначен для слушателей курсов яхтенных матросов и рулевых, учащихся парусных школ, полезен также при самостоятельном освоении плавания под парусами.

## **Гидрометеорологическое обеспечение яхтинга**

Учебное пособие «Гидрометеорологическое обеспечение яхтинга» предназначено для яхтенных капитанов и рулевых, учащихся яхтенных школ, может быть использовано при самостоятельном освоении плавания под парусами или при заочном обучении яхтсменов.

По содержанию и уровню изложения проблем гидрометеорологического обеспечения данное пособие (фактически — учебник) может быть полезным не только для экипажей парусных и моторных судов, но и для специалистов, имеющих отношение к судовождению и подготовке судоводителей.

## **Мореходная астрономия для яхтсменов**

В книге изложены основы мореходной астрономии для яхтенных капитанов. Основное внимание уделено упрощенным методам определения координат яхты, поправке компаса, направления и местного времени по Солнцу и Полярной звезде. Приведены правила опознавания навигационных созвездий и звезд.

*Приглашаем к сотрудничеству рекламодателей и заинтересованных лиц.*

*101475 Москва, ул. Новосущевская, 22, МИИТ, ауд. 4418.*

*Тел.: (095) 507-5559, 284-2179, (095) 284-2835*

*E-mail: [info@mys.ru](mailto:info@mys.ru); [www.mys.ru](http://www.mys.ru)*

