

**А.Е. Селезнев**

**ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ  
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ КАПИТАНА**

**Новороссийск 2008**

**УДК 656.61.052**  
**С 29**

Автор:

**Селезнев Андрей Евгеньевич**  
*капитан дальнего плавания, д.т.н.*

**Селезнев, А.Е.**

**С29** Основы навигации. Практический опыт капитана.– Новороссийск: МГА имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2008.– 174 с.

Цель настоящей книги – помочь людям, изучающим дисциплины судоводительских факультетов, разобраться в науке навигации. Основное внимание уделяется практическим сторонам навигации, объясняется смысл действий.

Книга будет интересна не только студентам и курсантам, но и опытным морякам, которые смогут освежить свои знания

УДК 656.61.052



**СОДЕРЖАНИЕ**

	стр.
1. Предисловие .....	4
2. Немного о профессии .....	5
3. Предмет навигации и лоции .....	8
4. Форма и размеры Земли и что из этого следует .....	9
5. Системы деления горизонта .....	13
6. Направления в море .....	17
7. Морские карты .....	25
8. Основы теории земного магнетизма и их практическое применение в морской навигации .....	37
9. Основные понятия магнитно-компасного дела .....	49
10. Девиация магнитного компаса, способы её уменьшения. Таблицы девиации .....	57
11. Основные понятия навигации .....	63
12. Использование морских навигационных карт в мореплавании .....	73
13. Технические средства судовой навигации. Поправки приборов .....	92
14. Графическое счисление пути судна и навигационная прокладка .....	103
15. Определения места судна .....	138
16. Дальнее плавание и дуга большого круга .....	158
Благодарности .....	172
Библиографический список литературы .....	173



## 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый читатель!

Книга, которую ты сейчас держишь в руках, является не совсем обычным учебником. И это её главная отличительная особенность. Привычный учебник – фундаментальный труд, содержащий огромное количество формул и теоретических выкладок. Он написан весьма специфическим языком, полностью понятным только людям, имеющим добротное базовое образование. Недаром в системе обучения любой профессии на первом месте по информативности стоят лекции, где преподаватель объясняет студентам материал, учебник же играет роль, в основном, вспомогательную.

Однако, хотим мы этого, или нет, каждое время характерно своими особенностями. Одной из таких особенностей нашего времени является значительно возросшая сложность получения высшего и среднего технического (уровень колледжа) образования. Это обусловлено, с одной стороны, высокой стоимостью самого обучения, оплатить которое многие не в состоянии, а с другой стороны, низкой оплатой труда преподавателей, что приводит к не восполняемому оттоку их лучшей части из образовательных учреждений. В силу первой причины молодые люди, желающие всё же образование получить, зачастую вынуждены использовать заочную форму, а это, понятно, приводит к заметному снижению качества приобретаемых знаний. В практике автора был случай, когда студент-заочник судоводительского факультета, окончивший четвертый (!) курс, не знал, что мачта называется мачтой. Это подлинный факт!

Что делать, у человека было время, чтобы заработать деньги на обучение, но не хватило физических возможностей чему-нибудь научиться. И хотя он, без сомнения, достоин уважения за свою целеустремленность, но ведь через время ему всё равно придётся работать, а тут уж без профессиональных знаний никак не обойтись. Честно говоря, именно описанный случай послужил отправной точкой для начала работы над настоящей книгой. На самом деле, учиться по учебникам – непросто, заочникам (что греха таить) – просто запредельно тяжело, а знать профессию – необходимо, хотя бы на уровне голой практики, без теоретических обоснований и научных рассуждений.

Цель настоящей книги – помочь людям, самостоятельно изучающим дисциплины судоводительских факультетов, разобраться в науке навигации, именно понять, что здесь к чему, и как всем этим пользоваться в реальной жизни. Поэтому основной упор тут делается на практические стороны навигации, объясняется смысл действий. Вообще-то, присутствует и теоретическая часть, то есть те самые так нелюбимые всеми формулы. Что



делать, никому не известно, что и когда пригодится в жизни. Но именно при объяснении материала формулы не используются (кроме простых, и на самом деле необходимых). Та часть теории, которая в практической работе не применяется, представлена в книге мелким шрифтом.

Здесь присутствует и профессиональный жаргон, и морские байки. Для чего? Во-первых, просто интересно, а во вторых, это – неотъемлемая часть информационного поля, в котором вращается современный штурман морского судна. Книга написана «вольным штилем», содержит, помимо специальных навигационных знаний, полезные для молодого судоводителя советы из других отраслей морской жизни и, в принципе, будет интересна не только студентам и курсантам, но и опытным морякам, которые смогут не только освежить часть своих, изрядно подзакостеневших знаний, но и просто улыбнуться при её прочтении, что уже само по себе полезно для людей, занятых в такой тяжелой сфере производства, каковой является нынешнее мореплавание.

## 2. НЕМНОГО О ПРОФЕССИИ

Как много, и каких интересных книг написано к сегодняшнему моменту о мореплавании и моряках! Это увлекательнейшая фантастика Жюль Верна, живая проза Станюковича и Гончарова, суровая романтика Джека Лондона, Новикова-Прибоя и, наконец, пропитанные флотским юмором наших дней произведения Виктора Конецкого. Со страниц этих незаурядных произведений предстают перед нами сами моряки – люди, овеянные солёными ветрами, сильные, смелые, никогда не унывающие. Они повидали весь мир, побывали в самых дальних уголках планеты, видели чудеса, о которых человеку береговому можно только мечтать.

**Главная же фигура на любом военном корабле или торговом судне – командир, капитан!** Вот кто на самом деле старый морской волк! Вот кто ведёт экипаж к новым приключениям через шторма и туманы. Это – корифей, которому ведомы все тайны звёзд и волн, приливов и тайфунов. Он знает то, чего простым смертным знать не дано! Ну и конечно, помощники капитана – завтрашние капитаны, люди не простые и интересные уже только в силу своего будущего положения.

Так вот как раз капитан и его помощники – это и есть, дорогой читатель, судоводители, штурманы, навигаторы. Правильное название профессии в наши дни – судоводитель. Только на самом деле романтики на современном большом флоте уже почти совсем не осталось. Отсюда – вторая задача данной книги, которая реализуется в самом её начале – уберечь «юношей, обдумывающих житьё» от опрометчивого шага, а именно – вы-

бора профессии морского штурмана только лишь на основании прочитанных книг и рассказов «бывалых моряков». Очень опасен такой выбор! Так что если после прочтения первых же страниц кто-то скажет: «Это не для меня!», - книга уже писалась не зря.

Итак, что же представляет собой профессия судоводителя в наши дни? Для более понятного представления о ней сначала необходимо кратко ознакомиться с положением дел в мировом судоходстве вообще и обратить внимание на те негативные явления, которыми обусловлены имеющиеся сегодня коренные изменения в работе капитанов и их помощников. Везде и всюду, прежде всего, имеется тенденция к сокращению судовых экипажей. Практически исчезли такие штатные единицы, как начальник судовой радиостанции и радиооператор, помощники капитана по радиоэлектронике, хозяйственные помощники, вторые электромеханики и электрики, судовые врачи (фельдшеры), четвёртые помощники капитана, вторые донкерманы, старшие матросы.

Понятно также, что вместе с тем, объём работы не только не уменьшился, но и возрос. Конечно, на помощь человеку пришла техника, но вместе с ней пришла и необходимость умения с ней обращаться а это уже – дополнительная нагрузка. Большая часть работы, которую выполняли раньше названные члены судокomанды, легла сейчас именно на плечи судоводителей. Следовательно, представители этой профессии испытывают сейчас невероятные физические и психические перегрузки, отрицательное влияние которых на здоровье и личную жизнь людей не в состоянии скомпенсировать никакие высокие заработки. Недаром на флот приходит всё меньше и меньше граждан развитых государств, даже таких традиционно морских держав, как Великобритания и Норвегия. Это тоже, кстати, один из факторов риска, потому что в отрасли начинают преобладать граждане стран, не только не имеющих сколько-нибудь серьёзных морских учебных заведений, но и выверенных веками традиций хорошей морской практики. Это означает, что всё чаще на мостиках морских судов появляются люди, морально не готовые к ответственному и грамотному выполнению своих профессиональных обязанностей. А ведь в их руках – сотни тысяч тонн опасных грузов, человеческие жизни, огромные материальные ценности. Поэтому, в частности, более ясными становятся причины учащения аварий морских судов в последнее время.

Однако нам, прежде всего, интересно будет посмотреть, а чем же вообще непосредственно заняты штурманы во время своей работы. Итак, современный штурман – это, прежде всего, бюрократ. Десятки и сотни бумаг обязан он написать, составить, оформить и ещё и отправить по разным адресам. Не один десяток папок ведут судоводители современного судна. Это отнимает массу времени, сил и нервов, потому что ужасно злит.

Часто не хватает времени выполнить ту работу, за которую полдня отчитывался в бумагах. А обязанность стоять вахту восемь часов, ни на что постороннее не отвлекаясь (данная фраза в наши дни, к великому сожалению, просто вызывает смех) никто не отменял. Кроме перечисленного, каждый штурман имеет своё заведование, за состоянием которого обязан тщательно следить и поддерживать его на должном уровне.

Как правило, третий помощник капитана отвечает за состояние противопожарных и спасательных средств, подготовку документов на приход в порт и выход из него, второй помощник – за поддержание на уровне современности судовой коллекции карт и книг, радиоаппаратуру, подготовку и навигационную проработку перехода, состояние судовой амбулатории и аптечки, старший помощник (старпом) – за подготовку и проведение грузовых операций, контроль за состоянием грузового оборудования, контроль за работой младших помощников, состояние корпуса судна, оказание медицинской помощи членам экипажа, соблюдение правил по предотвращению загрязнения окружающей среды.

Капитан же отвечает за всё, и всё, соответственно, обязан контролировать. Слава Богу, капитан от несения ходовых вахт освобождён, однако, именно он, и никто другой, осуществляет управление судном в самых сложных навигационных условиях. Как следствие, стопроцентно хорошо выполнить свои обязанности современные судоводители, естественно, физически не в состоянии, что тоже оптимизма не прибавляет. И это при том, что у ответственно относящегося к своим обязанностям штурмана при не очень напряженном графике заходов судна в порты, рабочий день составляет минимально (!) двенадцать часов в день. Напомню, выходных в море не бывает. Рабочий день в 14 – 15 часов ещё считается нормальным, но и восемнадцатичасовой – отнюдь не редкость в наши дни.

Один из способов как-то выкрутиться – использовать время ходовой вахты, что теперь повсеместно делается. Но всегда нужно помнить, что вахтенный штурман в это время вперёд не смотрит (а матросов на вахте практически много лет уже нет), и пароход – слеп и почти глух. Даже ночью в наши дни в большинстве случаев, ходовую вахту несёт на мостике только один человек – судоводитель. Как следствие – постоянно накапливаемая усталость, нервозность, необратимые изменения в психике и физическом состоянии организма. А усталый, задёрванный, неуравновешенный человек имеет больше шансов совершить ошибку. Цена такой ошибки очень велика. Ответственность – неимоверно тяжела.

Аварии танкеров приводят к экологическим катастрофам планетарного масштаба, гибнущие пассажирские суда уносят с собой жизни сотен людей, современные химовозы порой перевозят грузы, попадание которых в атмосферу вызовет гибель десятков тысяч людей. Тебе это надо, чита-

тель? Мне могут возразить, что ведь всё течёт, изменяется, что, может быть, всё наладится и на флоте. Нет, дорогие друзья, это очень вряд ли. Весь прогресс на флоте касается только технической стороны. А для людей вся эта автоматизация оборачивается явлением, метко описанным в широко распространенной поговорке: «Кнопку нажал – и вся спина в мыле». В принципе, повторяю, только в принципе, что-то может начать меняться (только начать!) после ряда морских катастроф. Правда одна такая катастрофа (танкер «Эксон Валдис») уже была. Были и изменения – на флот пришло новое цунами бумаг для ежедневного оформления.

Так всё оно и катится, год за годом, десятилетие за десятилетием. Так тебе всё ещё это надо, читатель? Ну что ж, я тебя предупредил. Если за ум браться не хочешь, берись за эту книгу и читай дальше. По крайней мере, я помогу тебе хотя бы в чём-то, а именно в освоении самых что ни на есть штурманских навыков – ведения счисления пути, определение места своего судна, пользования морскими картами. Ну а если кто собрался путешествовать по морям на яхте – так эта книга уж точно вам подойдёт.

### 3. ПРЕДМЕТ НАВИГАЦИИ И ЛОЦИИ

В переводе с латинского слово *навигация* означает плавание на корабле, а слово *лоция* имеет голландское происхождение и переводится, как управление кораблём. Следовательно, навигация, как наука, изучает методы и способы осуществления плавания судна по выбранным безопасным путям с наивысшей точностью. Лоция же изучает способы и методы выбора этих самых безопасных путей с помощью навигационных карт, пособий для плавания (основные из которых так и называются по-русски – лоции), и источников метеорологической информации. Вообще же практически эти две науки составляют одно неразрывное целое, и мы далее для краткости и ясности будем говорить просто – навигация, имея в виду и то и другое.

В навигацию, говоря простыми словами, входит прежде всего умение ориентироваться в море, определять, где находится твоё судно, уметь нанести это место на карту и контролировать курс (направление движения), которым ты следуешь. Для выполнения таких задач необходимо чётко понимать, что представляет из себя наша планета Земля, как она движется, как люди научились изображать её и её части на бумаге – то есть как создаются навигационные карты, как этими картами пользоваться. Обязательно нужно также знать элементарное устройство навигационных приборов, правила работы с ними.

Обо всём этом и пойдёт далее речь в книге.

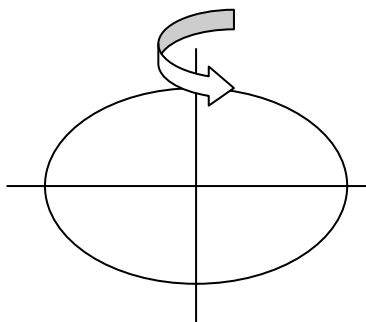


#### 4. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ И ЧТО ИЗ ЭТОГО СЛЕДУЕТ

Необычайно занимательны древнейшие представления людей о форме нашей Земли. Сначала они полагали Землю плоской и имеющей край. Затем, наверное, обратив, всё-таки, внимание на скрывающиеся в пути за горизонтом предметы, пришли к куполообразной форме. Всё это грандиозное сооружение последовательно держалось на трёх китах, трёх слонах, плечах атлантов и тому подобных не инженерных конструкциях. Правда, справедливости ради следует признать, что некоторые, наиболее «продвинутые», представители тогдашней науки всё-таки догадывались, что Земля просто-напросто круглая, но предпочитали об этом помалкивать, дабы не оказаться на костре, который поджидал в те далёкие времена инакомыслящих. Позже, когда мнение о земной круглости потихоньку укоренилось среди учёных мужей, разгорелись дискуссии на тему – почему Солнце, Луна и звёзды движутся по небу и как это происходит.

Немало времени потребовалось, чтобы люди пришли к современному представлению об устройстве Солнечной системы. Итак, на сегодняшний день, дорогой читатель, в науке принято считать, что Земля круглая (правда, не совсем, но об этом ниже), вращается вместе с другими планетами Солнечной Системы вокруг, соответственно, Солнца, которое, в свою очередь, вращается вокруг центра Галактики, ну и так далее до бесконечности. Впрочем, законы космоса нас не очень интересуют, ими занимается мореходная астрономия – отдельная особая наука, твёрдое понятие о которой тебе, читатель, иметь также жизненно необходимо, коль ты собрался ходить по морям.

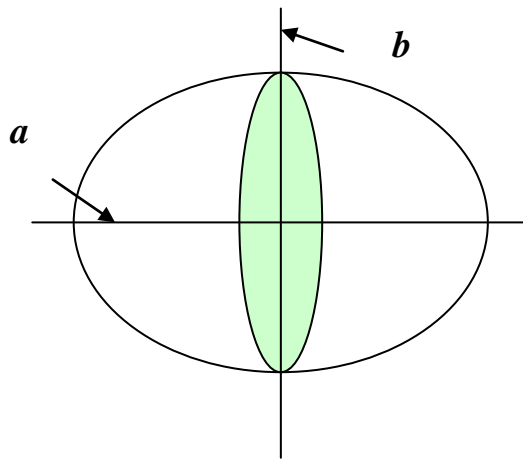
Мы же поговорим сейчас о нашей матушке-Земле. Форма её, строго говоря, не очень правильная. Ещё в позапрошлом веке было установлено, что Земля имеет особую, свойственную только ей форму. Эта форма называется *геоид*. Геоид близок по форме к эллипсоиду вращения – правильной геометрической фигуре, полученной вращением эллипса вокруг одной из своих осей.



**Рис. 4.1.** Фигура *эллипс* и направление её вращения вокруг одной из осей для получения фигуры эллипсоида

Для практических целей принято считать, что земля имеет форму эллипсоида вращения. Так удобнее составлять карты и решать навигационные и астрономические задачи.

Но коль скоро земной эллипсоид вращения – искусственно принятое для работы геометрическое тело, то его элементы должны быть рассчитаны максимально более близкими к реальным размерам земного шара. В разные периоды в разных странах учёные вычисляли элементы земного эллипсоида. Их результаты несколько отличаются друг от друга. В бывшем Советском Союзе до 1946 года использовался доставшийся в наследство от царской России эллипсоид Бесселя, а с 1946 года – референц-эллипсоид Красовского. К его размерам и относят все результаты географических и топографических измерений.



**Рис. 4.2.** Полуоси эллипсоида вращения. Элементы референц-эллипсоида Красовского:

$a$  – большая полуось  
(равна 6 378 245 м)

$b$  – малая полуось  
(равна 6 356 865 м)

Легко заметить, что разница между длинами большой и малой полуосей совсем невелика. Она составляет 21,38 км. Понятно, что, по сравнению с размерами самой Земли, эта величина – ничтожно мала. На этом основании в практической навигации Земля, во втором приближении, принимается за шар, объём которого равен объёму земного эллипсоида.

Все эти заморочки с земным эллипсоидом, уважаемый читатель, тебе в практической работе и на фиг не нужны. Однако когда-нибудь среди профессионалов, знающих, что это такое, может возникнуть разговор (такое, поверь уж мне, хоть и очень редко, но бывает), который неплохо хотя бы уметь поддержать, имея представление о его предмете.

Поэтому немножко поумничаем, а кому некогда, может все ниже приведённые формулы пропустить. Зачем они тогда здесь вообще, может спросить особенно «строгий» читатель. Ответу. Вдруг когда-нибудь придётся сдавать зачёт, экзамен, аттестацию, которых в жизни штурмана гораздо больше, чем у представителя любой другой профессии, так вот тут-то они и пригодятся.

Вообще далее в книге формулы встречаться будут, но те из них, без которых действительно нельзя обойтись в практической работе и жизни, будут выделены жирным шрифтом, а в остальные, в принципе, можно и не вникать. И мы дадим их, как было обещано в начале книги, шрифтом мелким.

Итак:

Объём эллипсоида вращения:  $V_э = \frac{4}{3} \pi a^2 b$

Объём шара, имеющего радиус  $R$ , определяется по формуле:  $V_ш = \frac{4}{3} \pi R^3$

Как мы уже говорили, объём условно принятого для практической навигации Земли-шара равен объёму эллипсоида вращения. На этом основании мы приравниваем между собой правые части двух рассмотренных только что формул и получаем новое математическое выражение:

$\frac{4}{3} \pi a^2 b = \frac{4}{3} \pi R^3$ , сократив которое, далее имеем:  $R^3 = a^2 b$ .

Из этой формулы получим для нахождения радиуса Земли-шара:

$$R = \sqrt[3]{a^2 b}$$

Мы помним, что  $a$  и  $b$  – элементы эллипсоида Красовского, а именно его полуоси. Следовательно, подставив в полученную для радиуса «практической» Земли формулу числовые значения величин полуосей, мы легко рассчитаем и величину самого этого радиуса. Он будет равен приблизительно 6 371 109,7 метрам или 6 371,1 километра. Эта величина ещё не один раз понадобится нам для расчетов.

В процессе плавания по морям и океанам судоводителю, в основном, приходится сталкиваться с измерением направлений (углов в градусах) и расстояний (в метрах). Сразу как-то хочется увязать всё это в одну понятную и простую целостную систему. Как этот вопрос решается в навигации? В принципе, несложно. А теперь, уважаемый читатель, внимание! Сейчас будут объясняться на первый взгляд, простые, но **самые главные, основополагающие понятия морской навигации!**

Внимательно вчитывайся в текст, вглядывайся в картинки и старайся понять **абсолютно всё!** Если не поймёшь что-то с первого раза, перечитай, ну а я постараюсь объяснить как можно понятнее.

Итак, мы знаем, что направления измеряются в углах, а один полный оборот чего бы то ни было вокруг своей оси называется поворотом на 360 градусов. (То есть после такого поворота любое нечто возвращается точно в то же состояние, из которого начинало поворачиваться). Для примера нарисуем простенькую схемочку (рис. 4.3).

Чтобы совсем хорошо себе представить пользу от рис.4.3, лучше взять мел, карманный, самый простой, компас и выйти со всем этим нехитрым инструментарием на улицу, туда, где есть асфальт, или бетонное покрытие.

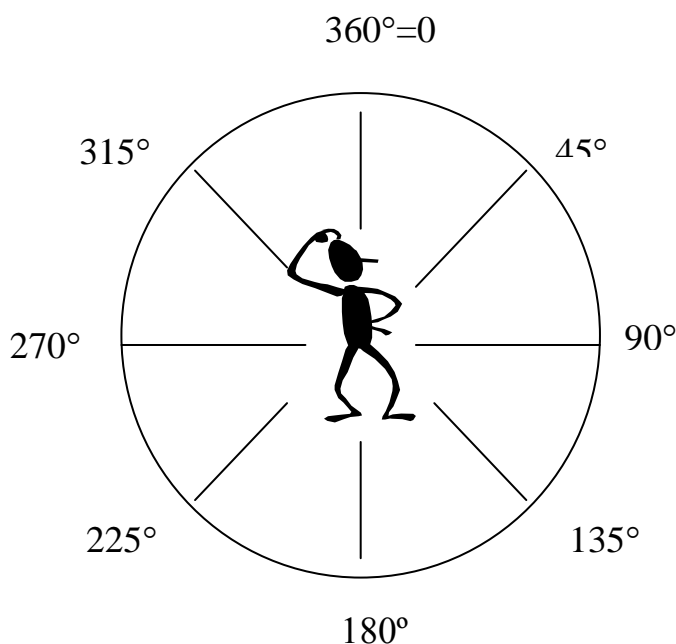


Рис. 4.3. Ориентирование

Думается, всем хорошо известно, что стрелка компаса показывает на север. Так вот, давайте, вслед за ней, повернёмся и станем лицом к северу. Прекрасно! И начнём чертить рисунок мелом на асфальте (или бетоне – это уж кто где стоит). Причём совершенно необходимо, чтобы та часть рисунка, где написано  $360^\circ=0^\circ$  находилась там, куда показывает магнитная стрелка, а именно – на северной стороне. По завершению работы станем в центр нарисованного круга, как тот человечек на картинке, и немного подумаем, посмотрим по сторонам. Вокруг нас дома, деревья, фонтан, к примеру, плещет, светофор. А теперь давайте взглянем на всё это «через наш круг-схему» (рис. 4.4).

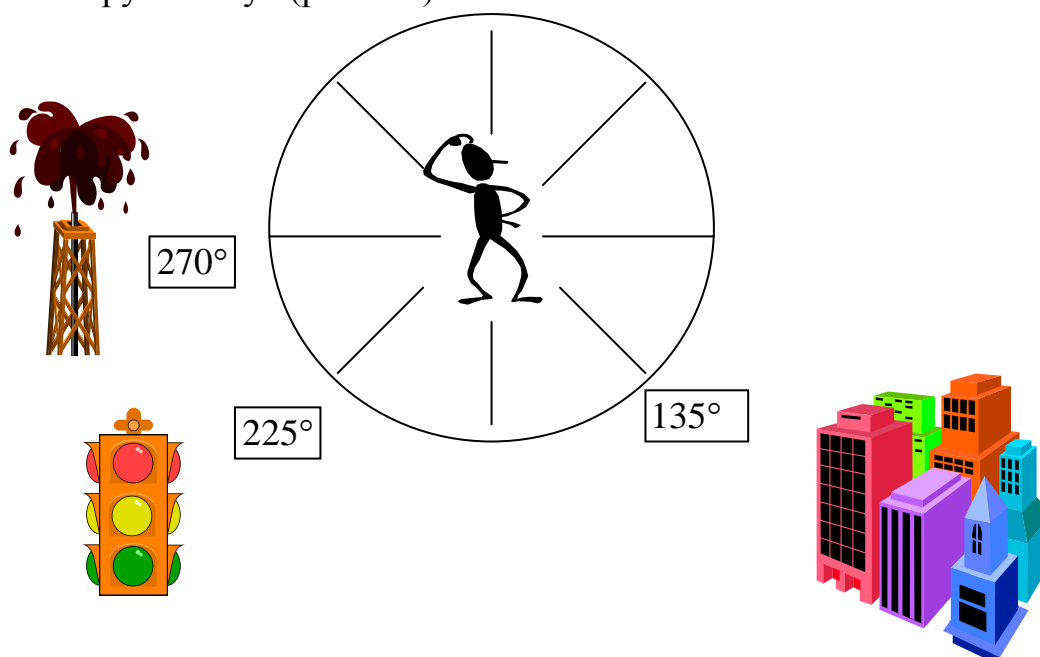


Рис. 4.4

Нетрудно заметить, что фонтан бьёт по тому же направлению, по которому «смотрит» наша цифра  $270^\circ$ , светофор находится напротив  $225^\circ$ , а дома – напротив  $135^\circ$ . Эти самые цифры – градусы, и помогают нам ориентироваться на местности. Мы **абсолютно всегда** как бы находимся внутри такого вот круга, мысленно рисуем его, направляя (ориентируя) на север отметкой 0 - 360 градусов. Точно такие же круги рисуют и на навигационных картах и мы позже остановимся на том, как и для чего это делают. А пока нам необходимо крепко вбить себе в голову само понятие, принцип ориентирования:

- круг состоит из 360 градусов;
- мы условно всегда находимся в центре такого воображаемого круга;
- всегда необходимо помнить, что наш круг началом своего отсчёта смотрит на север (начало отсчёта – это  $0=360$  градусов – оно же и конец отсчёта, потому что глаз наш, поворачиваясь с нами вместе во время полного оборота, делает оборот в 360 градусов, возвращаясь к той точке, откуда начал поворачиваться - к нулю градусов);
- нужно просто запомнить и представлять себе чётко, что когда мы смотрим на север, мы смотрим на 0 градусов; в это время слева у нас – запад (или  $270$  градусов), справа – восток (или  $90$  градусов), а сзади – юг (или  $180$  градусов);
- наша Земля – круглая (грубо говоря), но очень большая, и то, что мы видим, представляется нам плоским, поэтому, где бы мы ни находились, пользуемся описанной выше системой ориентирования, допуская, что Земля в месте нашего нахождения – плоская.

## 5. СИСТЕМЫ ДЕЛЕНИЯ ГОРИЗОНТА

Для определения направлений в море нам необходимо разобраться в том, как принято делить горизонт в навигации. Что такое делить горизонт? Очень просто. Когда мы рисовали мелом круг, условно разбивали его на градусы, постигая основы ориентирования, мы как раз и «делили горизонт». Причём систем деления горизонта существует несколько. Мы, например, только что использовали **круговую систему**, или **круговой счёт**. Его только и используют теперь. Но раньше использовались и другие системы. В частности, на парусном флоте применяли **румбовый счёт**. По нему весь горизонт делился на 32 румба (направления).

В каждом из румбов –  $11,25^\circ$ . Четыре из них – север (N), юг (S), запад (W), восток (E), называются *главными*; четыре – северо-восток (NE), юго-восток (SE), юго-запад (SW), северо-запад (NW), называются *чет-*

вертными. Восемь румбов, расположенных между главными и четвертными (например, NNE, ENE, ESE и т.д.) носят название *трёхбуквенных* румбов. Остальные шестнадцать румбов относятся к *промежуточным*. Кстати, важно отметить, что направления в море традиционно читаются на голландский манер следующим образом:

N – *норд* – это север  
 S – *зюйд* – это юг  
 E – *ост* – это восток (сейчас всё чаще стали говорить на английский манер – *ист*)  
 W – *вест* (произносится – *вэст*) – запад

NE – *норд-ост* (северо-восток)  
 SE – *зюйд-ост* (юго-восток)  
 SW – *зюйд-вест* (юго-запад)  
 NW – *норд-вест* (северо-запад)

Понятно, что названия трёхбуквенных румбов образуются из названий, которые обозначают составляющие их буквы, например:

NNE – *норд-норд-ост*  
 ENE – *ост-норд-ост*  
 ESE – *ост-зюйд-ост* и т.д.

Названия промежуточных румбов формируются чуточку сложнее. Сначала идёт название ближайшего главного или четвертного румба, затем приставка „тэн“, или иногда говорят „тэнь“ (ten – означает предлог «к» и обозначается в написании строчной буквой t), потом название главного румба, в сторону которого уклонён данный промежуточный румб. Например, NtW – *норд-тэн-вест*. Наилучшим образом такая система понятна на приведённом рисунке (рис. 5.1).

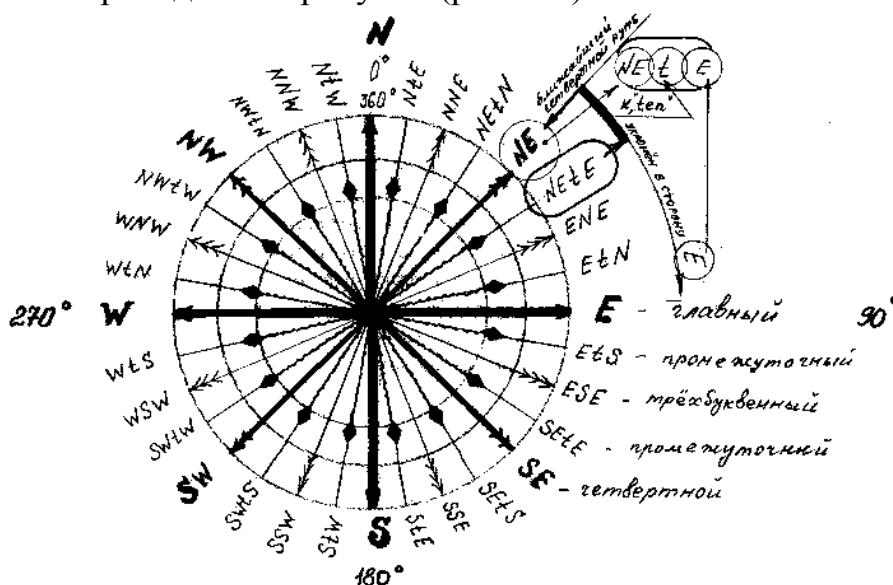


Рис. 5.1

Применение такой грубой системы было обусловлено прежде всего несовершенством магнитных компасов. Они просто-напросто физически не могли «делать свою работу» точнее. С появлением более точных компасов, с возрастанием скоростей морских судов, горизонт стали делить точнее – на 360 градусов. Однако и старая система пригодилась. Её используют при указании направлений ветров, течений и движения волн.

Существовала ещё и **четвертная система** деления горизонта, или **четвертной счёт**. Направления отсчитывались или от норда или от зюйда (смотря, что ближе) от нуля до 90 градусов в сторону востока или запада. В этой системе к указанию значения направления в градусах прибавляется ещё название четверти горизонта, в которой ведётся счёт. Например, NW 23°, SE 18° и т.п. Рис. 5.2 иллюстрирует эту систему.

Имеется и ещё одна система деления горизонта. Её применяют в мореходной астрономии. Называется она **полукруговой**. Здесь мы отсчитываем направления как от S к N, так и от N к S, от 0 до 180 градусов. При этом мы указываем, в какую сторону, к E или к W, ведётся счёт (рис. 5.3).

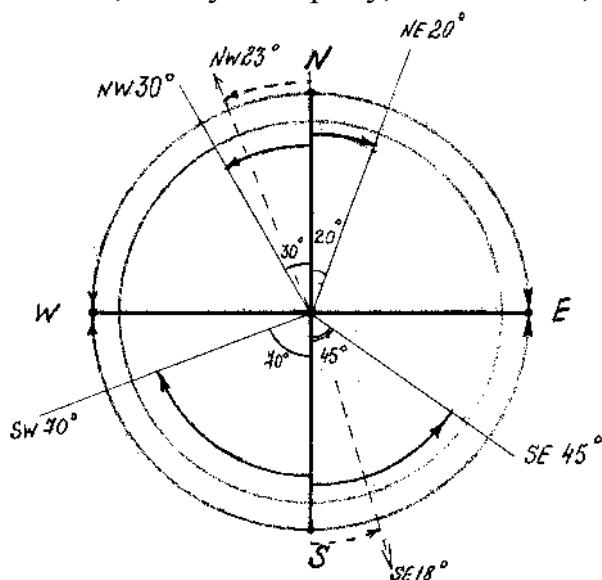


Рис. 5.2

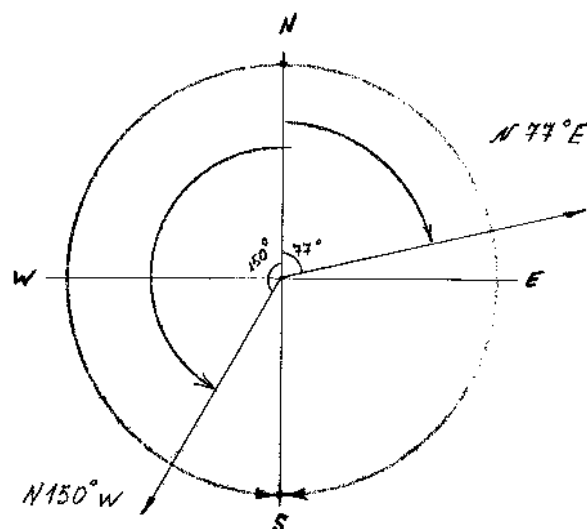


Рис. 5.3. Полукруговая система деления горизонта

Всё реже и реже, но, тем не менее, в практической работе штурману приходится переводить направления из одной системы в другую. Для этого существуют следующие правила:

1. Последовательность перехода – из румбовой системы – в четвертную, затем – в круговую (просто потому, что так удобнее всего).
2. Следует **запомнить, выучить, зарубить себе на носу**, что NE четверть – это направления от 0° до 90° в круговом счёте, SE четверть – от 90° до 180° в круговом счёте, SW четверть – от 180° до 270° в круговом счёте и NW четверть – от 270° до 360° в круговом счёте.

3. Нужно **знать** значения первых восьми румбов в градусах (если забудешь, всегда можно глянуть в эту книжку):

1-й – <b>11,25°</b>	2-й – <b>22,5°</b>	3-й – <b>33,75°</b>	4-й – <b>45°</b>
5-й – <b>56,25°</b>	6-й – <b>67,5°</b>	7-й – <b>78,75°</b>	8-й – <b>90°</b>

4. Если имеем значение направления в румбовой системе, то мысленно представляем себе, что считаем в четвертном счёте румбы в каждой четверти горизонта – от 1-го до 8-го. Находим, которым по счёту (из восьми) является в своей четверти искомый румб. Значение его в градусах мы знаем ( см. п.3), остаётся только прибавить к этому значению название четверти – NE, SE, SW, NW. Получим направление в четвертном счёте.

5. Переводим из четвертного в круговой счёт. Для этого:

- в NE четверти название четверти отбрасывается, остаётся лишь число градусов;
- в SE четверти из 180° вычитаем количество наших «четвертных» градусов, название четверти отбрасываем;
- в SW четверти к 180° прибавляем количество наших «четвертных» градусов, название четверти отбрасываем;
- в NW четверти из 360° вычитаем количество наших «четвертных» градусов, название четверти отбрасываем;

Вот, собственно и всё. Однако нелишне запомнить, что каждый мало-мальски уважающий себя штурман **наизусть знает** значения главных и четвертных румбов в градусах:

<b>N – 0°(360°)</b>	<b>S – 180°</b>
<b>NE – 45°</b>	<b>SW – 225°</b>
<b>E – 90°</b>	<b>W – 270°</b>
<b>SE – 135°</b>	<b>NW – 315°</b>

Для такого перевода существуют разнообразные таблицы, но самый простой и наглядный способ – это переводить направления, используя приведённый ниже рисунок. На нём приведены сразу все системы деления горизонта, и перевод легко осуществляется приложением линейки к центру и соответствующему значению. На получившейся линии на разных шкалах будут значения направления в разных системах (рис. 5.4).



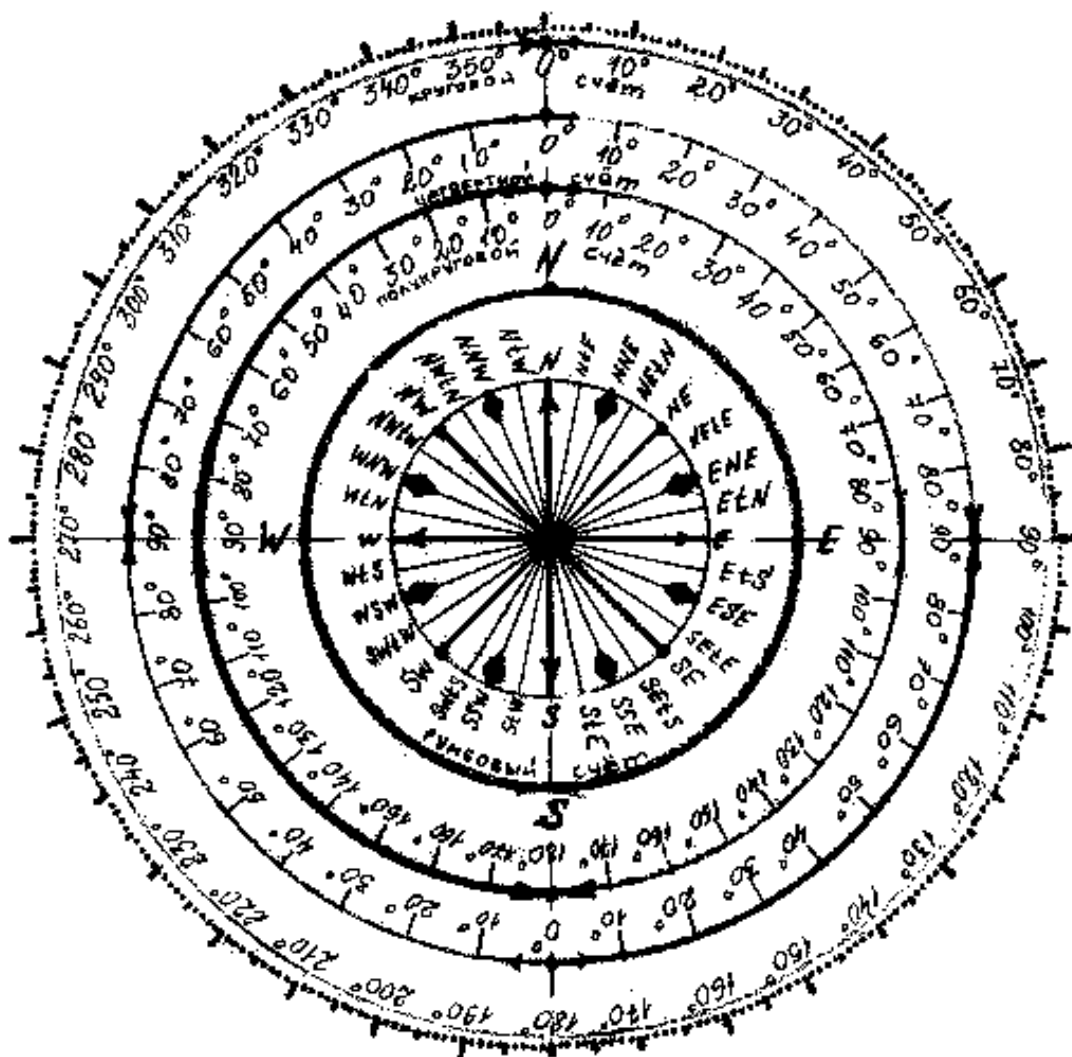


Рис. 5.4. Общий обзор всех систем деления горизонта

## 6. НАПРАВЛЕНИЯ В МОРЕ

Ну вот, мы подошли уже непосредственно к самому важному в навигации – понятиям видов направлений на море. На них, собственно, и строится вся эта зело хитростная наука. А в принципе, если не умничать особенно, так ничего запредельно сложного нет и здесь. Первым делом : «станьте дети, станьте в круг...», - имеется в виду наш круг, который мы рисовали на асфальте, а сейчас научились рисовать мысленно всегда и везде. И слушайте основные понятия. Направления на предметы (и вообще на всё, что угодно), отсчитываемые от севера называются **пеленгами**.

В нашем примере пеленг на светофор – 225 градусов, на фонтан из вышки - 270°, а на дома - 135°. Ну а если мы, к примеру, сами перемещаемся куда-нибудь, что тогда? Тогда мы не просто перемещаемся, а следу

ем **курсом**. Опять же, если движемся к фонтану, наш курс -  $270^\circ$ , к домам -  $135^\circ$ , к светофору -  $225^\circ$ . Получается, что ли, что мы наш воображаемый круг всё время как бы с собой таскаем?

Именно так, дорогой читатель. Именно таскаем с собой этот самый круг всегда и совсем даже не «как бы», а в самом натуральном виде и это очень-очень важно представлять себе и понимать! Такой круг нарисован не только на картах, он изображён (только гораздо подробнее) на всех морских компасах, их репитерах, и других приборах, задействованных в ориентировании на море (подробно об этом – позже). Кстати приборы «сами» разворачивают наши круги нулём на север, как мы делали это на асфальте в период приобретения самых начальных понятий. Теперь попытаемся дать более строгие определения разобранным понятиям.

*Направления в море определяются двугранным углом между вертикальной плоскостью истинного меридиана наблюдателя и вертикальной плоскостью, проведённой через предмет, направление на который мы определяем.*

Теперь данное определение поясним. Что такое вертикальная плоскость? Вообще это понятие относительно. Мы говорим здесь о нём потому, что оно постоянно встречается в навигационной теории. В этой теории под вертикальной плоскостью понимается плоскость, прежде всего, перпендикулярная какой либо другой плоскости.

В нашем случае – *плоскости горизонта*.

Мы помним, что Земля круглая, но помним и то, что для простоты расчётов принимаем её плоской в том месте, где мы в данный момент находимся. Важно помнить и то, что наша плоскость горизонта сама перпендикулярна прямой линии, проведённой через нас, как наблюдателей, и через центр Земли. А раз так, то разбираемая вертикальная плоскость тоже будет проходить через центр Земли.

*Меридиан наблюдателя – это замкнутая, также близкая к окружности, линия, проходящая через самого наблюдателя и через оба полюса – северный и южный.*

Плоскость, проходящая через эту «окружность» (а также и через центр Земли опять-таки) – это плоскость меридиана наблюдателя (рис. 6.1).

Понятно также, что на практике никто не пользуется такими громоздкими определениями и понятиями, как «вертикальная плоскость» и т.п. (Имеется в виду решение простых практических задач). На рисунке показан угол пеленга. Заметно, что если принять (как мы обычно и делаем) место нашего нахождения за плоскость, а не за купол, то наши углы «превращаются» в самые обычные плоские углы.

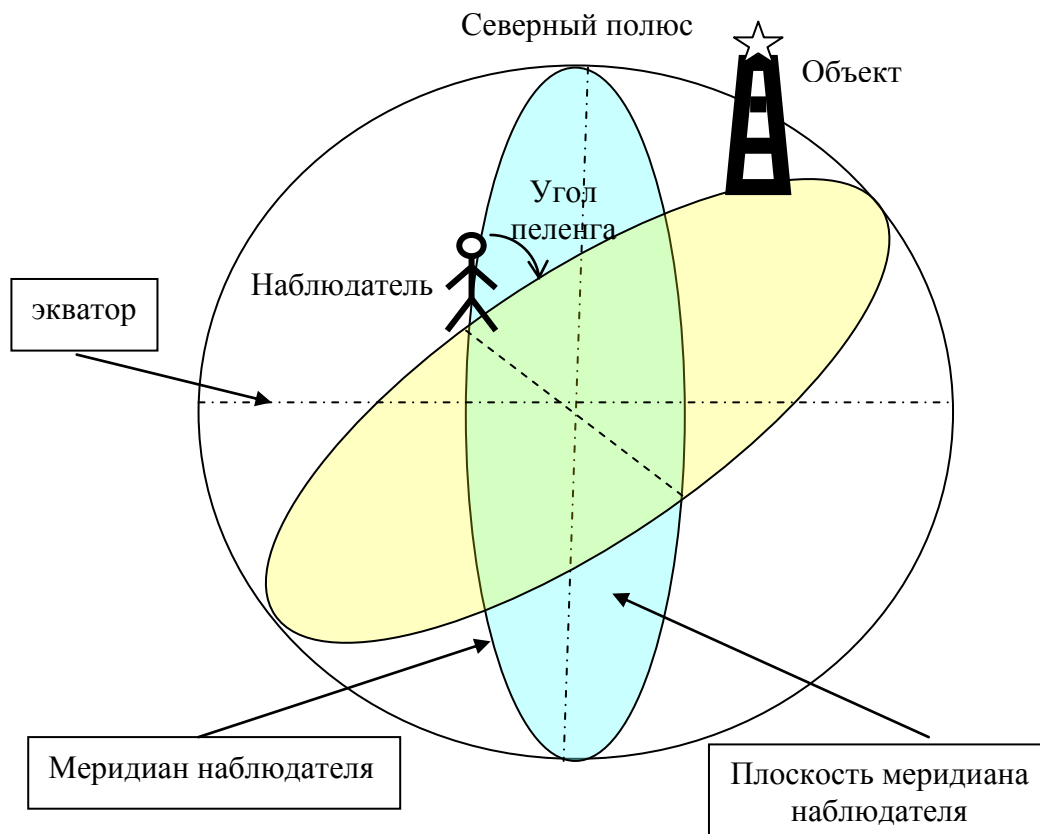


Рис. 6.1

И на карте пеленг на предмет будет выглядеть так, как на рис. 6.2. (Мы помним, что пеленг – один из видов направлений в море).

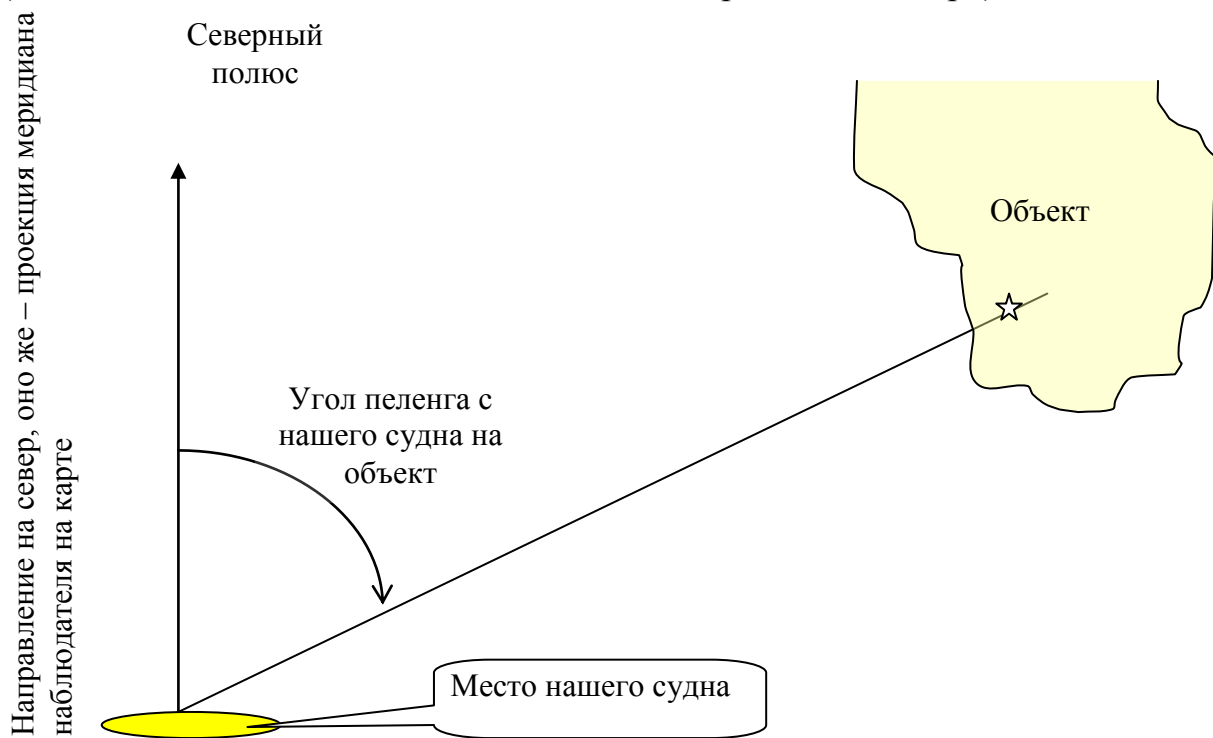


Рис. 6.2

Теперь, когда мы поняли саму суть определения направлений в море, разобрались с понятиями «вертикальная плоскость», «меридиан наблюдателя», «пеленг», можно с полным правом разбирать все остальные виды направлений в море, используя самые практические способы, а именно плоские углы и изображения на морских навигационных картах (кое-где и до сих пор встречается их сокращённое наименование – МНК).

Однако, прежде чем к этому вплотную приступить, отметим ещё один важнейший момент. Полюсов у нашей Земли – две пары! Два северных и два южных. Это географические полюса, через которые проходит ось собственного вращения Земли и полюса магнитные, те самые, на которые пытаются (обратите внимание – только пытаются!) всегда показывать стрелки магнитных компасов.

О магнитном поле Земли и основах его теории мы поговорим позднее, а сейчас отметим лишь, что **направления в море бывают трёх видов – магнитные, компасные (снятые непосредственно с показаний компаса) и истинные.** Отсчёт магнитных направлений производится от магнитного меридиана (он проходит через магнитные полюса), а отсчёт истинных направлений – от истинного меридиана (проходящего через полюса географические).

Итак, в море используют следующие виды направлений – курсы, пеленги (обратные пеленги), курсовые углы.

*Курс судна – это двугранный угол между северной частью плоскости истинного меридиана и диаметральной плоскостью судна.*

Так как мы оперируем с морскими картами, то определим курс, как **угол между направлением на север и направлением проекции диаметральной плоскости корпуса судна на карте, отсчитываемым из кормы в нос.** Поясним сказанное двумя рисунками. На рис. 6.3 показано изображение курса в объёме, на поверхности земного шара, в соответствии с определением, выделенным курсивом. На рис. 6.4 представлено изображение курса на плоскости морской навигационной карты.

*Истинный пеленг (ИП) – двугранный угол между северной частью плоскости истинного меридиана и вертикальной плоскостью, проходящей через наблюдателя, центр земного шара и предмет, пеленг на который мы определяем.*

Для плоскости карты определение может звучать так – **истинный пеленг – угол между направлением на север и направлением на предмет, отсчитываемый из точки местоположения нашего судна.**

Рис. 6.2 хорошо иллюстрирует это понятие. Ну а нам уже и без официальных определений ясно, что такое пеленг. Мы разобрались с ним, стоя на асфальте с мелом в руках (наши старания изображены на рис. 4.3 и 4.4).

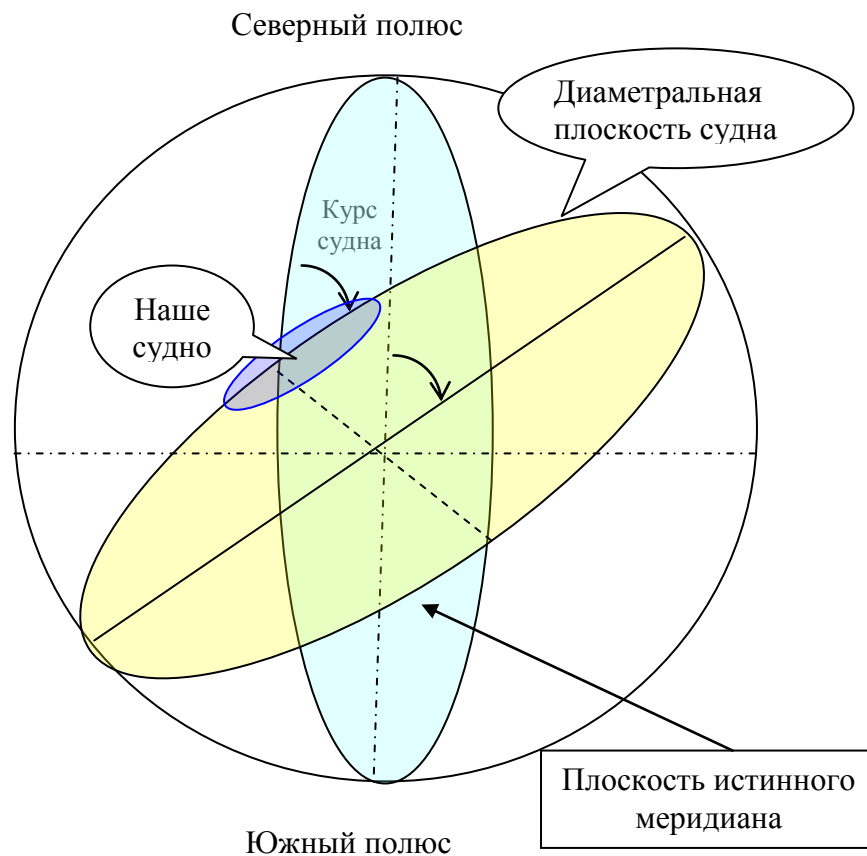


Рис. 6.3

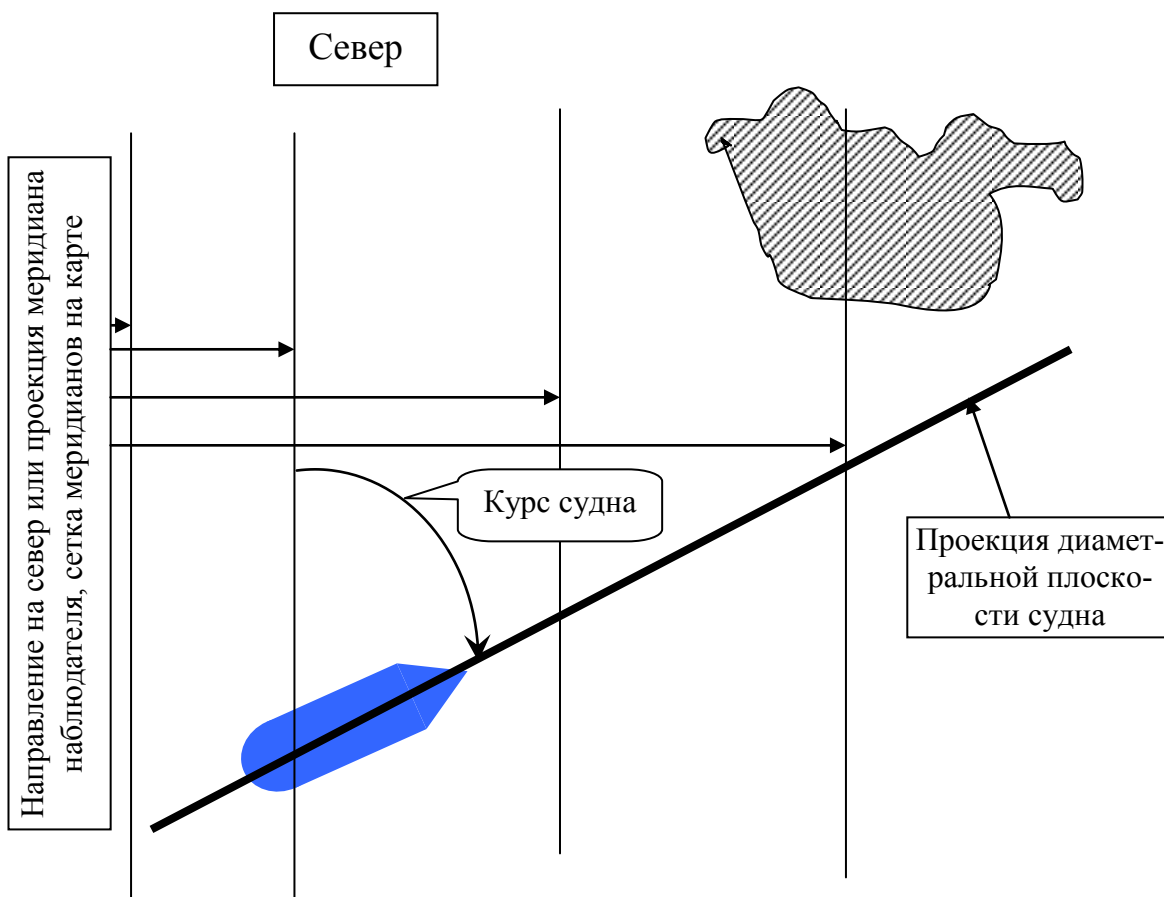
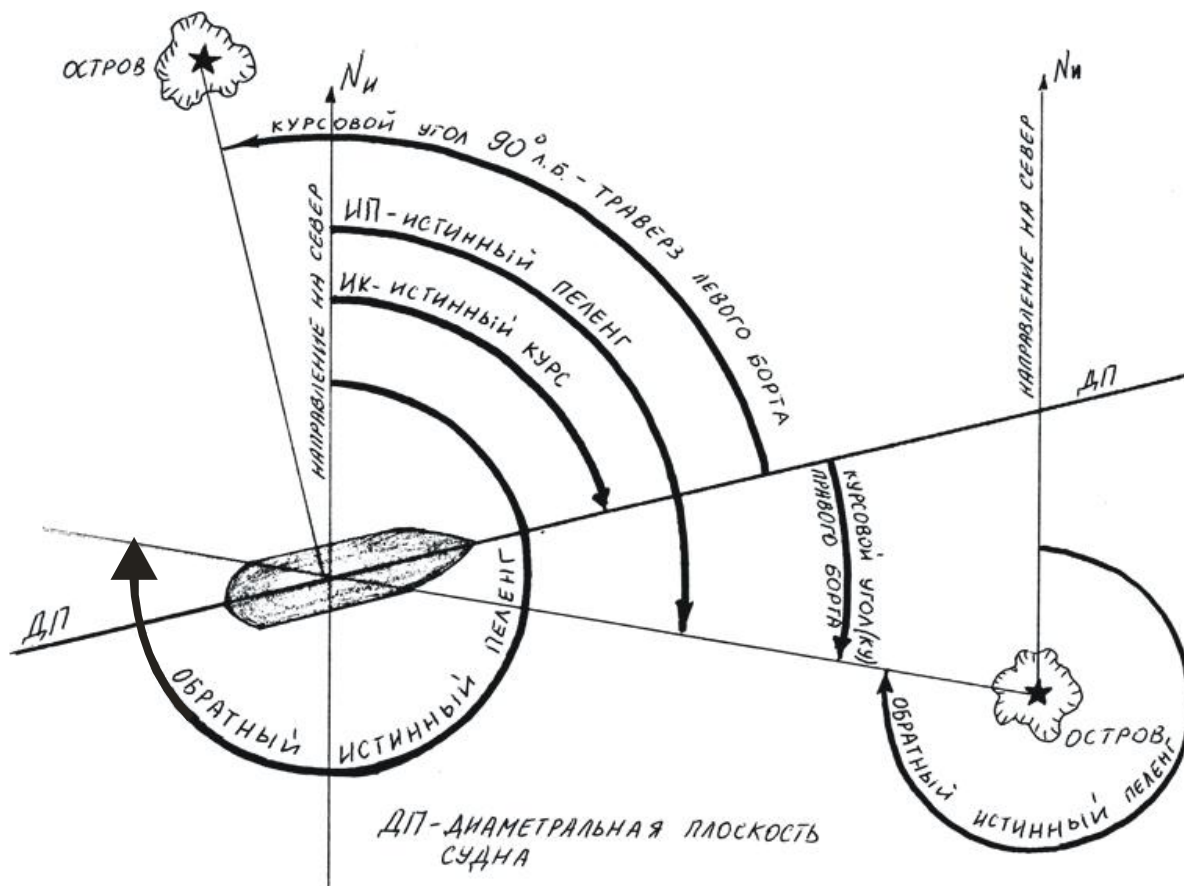


Рис. 6.4

Говоря об истинном пеленге мы должны также помнить, что существует такое понятие, как **обратный истинный пеленг**. Обратный истинный пеленг – это угол, отличающийся от истинного пеленга на 180 градусов. И только. Следовательно, чтобы узнать величину обратного истинного пеленга (ОИП), нужно к величине истинного пеленга прибавить, если она меньше  $180^\circ$  (или отнять от неё, если она больше  $180^\circ$ ) эти самые 180 градусов.

Существует ещё один вид направлений – это **курсовые углы (КУ)**. Это очень употребительное в практике понятие. Здесь отсчёт производится от диаметральной плоскости судна в обе стороны, правую и левую, от нуля до 180 градусов. Кстати уже несколько раз мы употребили выражение **диаметральная плоскость судна**. Это плоскость, проходящая вдоль судна вертикально и условно делящая его на две одинаковые продольные половинки. Другими словами это – плоскость симметрии судна. (Понятие симметрии я уж пояснять не буду – всё же среднюю школу, хочется надеяться, Вы, дорогой читатель, закончили сами).

А для лучшего уяснения значения термина курсовой угол, мы разберём пример. Идём мы, скажем, где-то в море. Видим остров. Где? Например, слева (рис.6.5). Значит, курсовой угол будет левого борта. (Понятно, что если справа – то правого борта).



**Рис. 6.5**

Мысленно делим горизонт снова на градусы. Но только начало отсчёта – ноль градусов, будет не на севере, как мы делали до сих пор, а прямо по носу нашего судна. Мы также помним, что если прямо у нас – ноль, то точно слева и точно справа – по 90 градусов. А точно сзади – 180 градусов. Так вот направление на наш остров, отсчитываемое в градусах от нуля до 180 с указанием стороны отсчёта – это и есть курсовой угол. Если наш остров точно слева, то курсовой угол на него будет 90 градусов левого борта. Кстати говоря, состояние, когда предмет находится точно справа или точно слева на курсовых углах 90 градусов, называется, соответственно, **траверзом** правого или левого борта (обозначается –  $\perp$ ). То есть остров – на траверзе левого борта.

Сами для себя ещё раз отметим важные сокращения, применяемые в навигации и математические соотношения, существующие между ними.

***ИК** – истинный курс судна*

***ИП** – истинный пеленг*

***ОИП** – обратный истинный пеленг*

***КУ** – курсовой угол*

*пр.б – правый борт (правого борта)*

*л.б. – левый борт (левого борта),*

$$ИП = ИК + (\pm КУ \frac{пр/б}{л/б})$$

$$ИК = ИП - (\pm КУ \frac{пр/б}{л/б})$$

$$КУ = ИП - ИК,$$

Если КУ получается больше 180° и имеет отрицательное значение при вычислении по этим формулам, следовательно, мы имеем дело с курсовым углом правого борта, значение которого в полукругом счёте получается равным дополнению до 360°. Если КУ, больший 180° получается со знаком «+», то это – КУ левого борта. Его значение в полукруговом счёте также равно дополнению до 360°.

Здесь же попутно остановимся на понятии дополнения до 360°. Тут всё просто. Чтобы получить это самое дополнение, нужно из 360° вычесть полученное значение. Иными словами, рассчитывая дополнение до 360°, мы определяем, сколько «нашему, получившемуся в результате тех или иных вычислений», углу, осталось «расти» до 360°. При этом обратите

внимание, что знак угла (тот знак, что получился у нас при вычислении по формулам) при нахождении его дополнения до  $360^\circ$  не учитывается. Из  $360^\circ$  вычитается только положительное значение угла (как бы по модулю).

При работе с данными соотношениями всегда следует нарисовать так называемый «жучок», то есть картинку, на которой изображены меридиан (направление на север), курс нашего судна, ориентиры. Так оно нагляднее, и ошибок избежать легче. Поясним сказанное примерами с «жучками».

**Пример 1** (рис.6.6):

Для ориентира I:  $КУ = ИП_I - ИК = 300^\circ - 50^\circ = 250^\circ$ . Это КУ левого борта как бы в круговом счёте. Для перевода в полукруговой счёт найдём дополнение до  $360^\circ$ .  $360^\circ - 250^\circ = 110^\circ$  - это КУ в круговом счёте (левого борта)

Для ориентира II:  $КУ = ИП_{II} - ИК = 200^\circ - 50^\circ = 150^\circ$ , это КУ правого борта, т.к. он имеет знак «+», и по своему значению  $< 180^\circ$ .

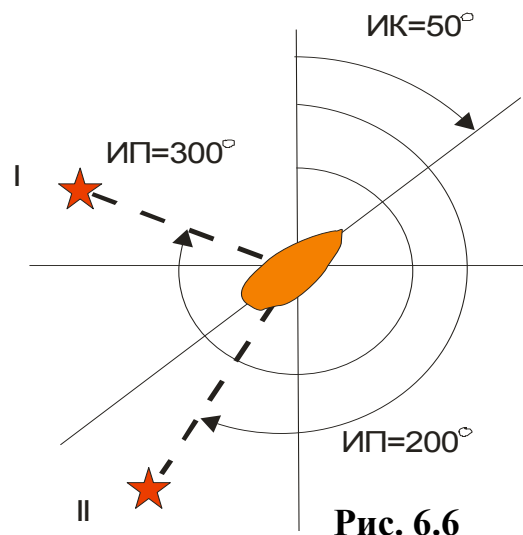


Рис. 6.6

**Пример 2** (рис. 6.7.)

Для ориентира A:  $КУ = ИП_A - ИК = 60^\circ - 320^\circ = -260^\circ$ . Это КУ правого борта, т.к. имеет знак «-», и по своему значению больше  $180^\circ$ .

Для перевода в полукруговой счёт найдём дополнение до  $360^\circ$ .

$360^\circ - 260^\circ = 100^\circ$  - это КУ в круговом счёте (правого борта)

Для ориентира B:  $КУ = ИП_B - ИК = 200^\circ - 320^\circ = -120^\circ$ , это КУ левого борта, т.к. он имеет знак «-», и по своему значению  $< 180^\circ$ .

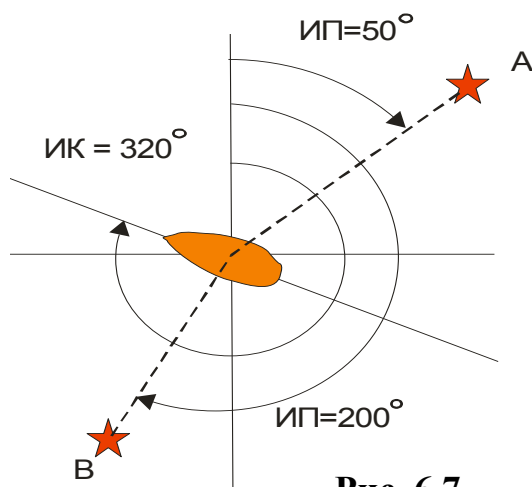


Рис. 6.7

Для траверза:



$$ИП_{\perp} = ИК + 90^{\circ} \text{ пр.б}$$

$$ИП_{\perp} = ИК - 90^{\circ} \text{ л.б}$$

$$ОИП_{\perp} = ИК - 90^{\circ} \text{ пр.б}$$

$$ОИП_{\perp} = ИК + 90^{\circ} \text{ л.б}$$

Обратите внимание, что при расчётах по этим формулам значения углов иногда получаются большими  $360^{\circ}$ . Это зависит от взаимного положения судна и ориентиров относительно норда. Поэтому и тут для верной ориентации следует рисовать «жучки». Без них – никуда. Без них очень трудно правильно решить задачу.

Вообще говоря, на практике крайне редко применяются расчёты по таким формулам. Так зачем тогда это нужно, спросите вы? Отвечу. Нужно. Нужно для того, чтобы научиться ориентироваться в разного рода видах направлений, применяемых в навигации, а также в мореходной астрономии. Настоятельно советую тщательно разобраться с этим материалом и самостоятельно потренироваться, рисуя своё судно на разных курсах и меняя положение ориентиров относительно него.

## 7. МОРСКИЕ КАРТЫ

Для того, чтобы передвигаться по морским просторам, нам, конечно же, нужна карта. В некоторых учебных пособиях даже дано определение этому термину (в смысле – что такое карта). Ну, мы-то до такой степени детализировать вопрос не будем. Что такое карта – всем ясно и так, с детства. Отдельный вопрос, как вообще карты изготавливаются, каких бывают видов и так далее. Всем этим занимается целая отдельная наука – картография. Мы в нашей книжке коснёмся только тех основных понятий и определений, которые необходимы нам для практической деятельности.

Нетрудно заметить тот факт, что имеется определённое несоответствие, а именно – Земля – почти круглая, а все карты – безусловно плоские. Почему? Как такое возможно? Понятно, что карта – это изображение, в нашем случае изображение земной поверхности. И понятно также, что строго говоря, круглое тело абсолютно достоверно на плоскости не изобразить. Хочешь, не хочешь, а придётся где-то что-то немного исказить, изменить, иначе круглое на плоскость просто не уляжется. И каждый, в принципе, может сделать такой рисунок по-своему, своим способом. Вот как раз *способ нанесения рисунка поверхности Земли на плоскость и называется картографической проекцией*. Это, правда, не строгое опреде-

ление, но зато самое понятное. Картографических проекций много, но принцип создания карты примерно следующий. Пока мы стоим на земле и смотрим вокруг, нам кажется, что Земля плоская (вспомним представления древних). Так мы смело можем нарисовать плоскую картинку того, что видим (соблюдая пропорции в соответствующих расстояниях на рисунке и на местности). И так всю Землю разбиваем на маленькие участки-плоскости. Получим много маленьких карт, очень подробных, кстати. Большие карты, стран, например, или континентов, состояются несколько по иному принципу, в них больше искажений. Об этом – ниже.

А пока давайте вернёмся к глобусу. Это – наиболее приближенное к действительности изображение, можно даже сказать – модель, Земли.

Мы видим, что весь глобус покрыт какими-то линиями, как будто бы помещён в сетку. Эти линии для нас очень важны. Это – параллели и меридианы. Нам нужно усвоить на всю жизнь и чётко представлять себе, что это такое. Земля вращается вокруг своей оси. Ось эта проходит через географические полюса – северный и южный. Если мы построим плоскость, проходящую через земную ось (и, соответственно, также полюса), то следом её пересечения с земным шаром станет окружность, проходящая через оба полюса. Это и будет **меридиан**. Очень наглядно понятие меридиана поясняет яблоко. Берём его и режем целиком, с помощью большого ножа, от хвостика (полюса) к ... ну, в общем, к центру противоположной хвостик выемки (другому полюсу). Так вот если Земля – это яблоко, то мы режем его как раз по меридиану (рис. 7.1). Кстати, отметим, что меридианов сколь угодно много (как и плоскостей, которыми мы «резали» яблоко-Землю), иными словами (и это очень важно!), **через каждую точку на земной поверхности можно провести свой меридиан**. Этот меридиан поможет нам, в дальнейшем, **определить долготу нашего местоположения**. Очевидно ещё, что длина таких меридианов-окружностей для Земли-шара будет одинаковой, а для Земли-геоида – почти одинаковой.

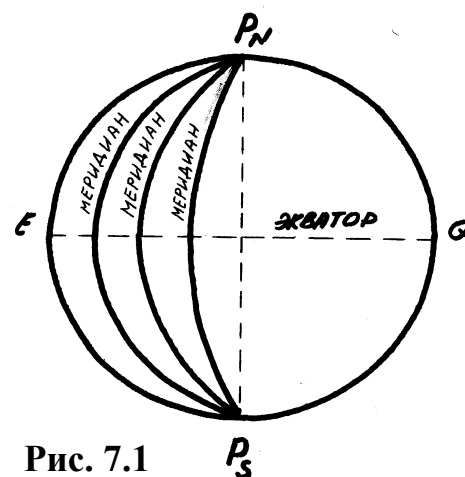


Рис. 7.1

А теперь построим другую плоскость (рис. 7.2). Она будет перпендикулярна земной оси, то есть, расположена по отношению к земной оси под углом 90 градусов. След от пересечения этой плоскости с земным шаром – **параллель**.

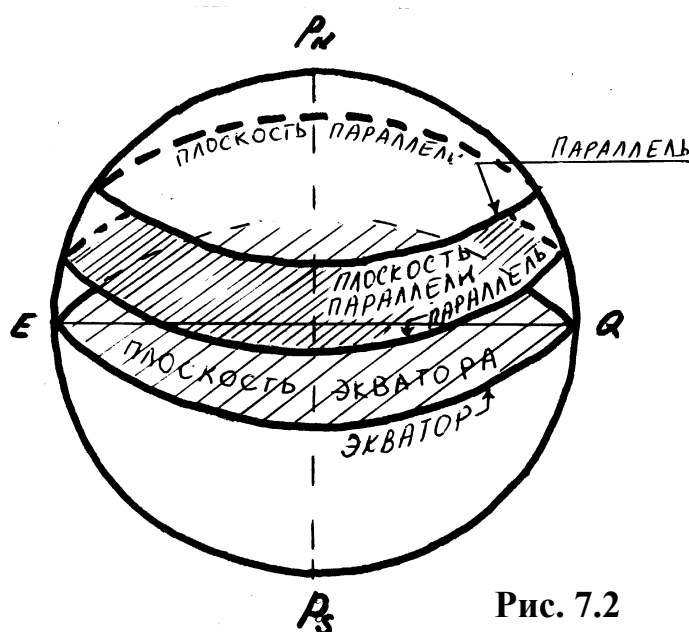


Рис. 7.2

Почему параллель, если она перпендикулярна оси, спросит дотошный читатель? Объясняю. Ясно, что таких *параллельных* плоскостей можно построить также бесконечно много, ну просто из любой точки земной оси. **И параллели также помогут нам, а именно – определять широту нашего места.** Так вот, каждая параллель всегда параллельна любой другой параллели. Вот

поэтому она – параллель (а не, к примеру, перпендикуляр). Самая большая параллель, проходящая через точку деления земной оси пополам, называется **экватором**. Плоскость экватора тоже как бы делит Землю пополам, но только «поперёк».

Те из параллелей и меридианов, которые мы на практике используем, нанесены в виде линий на глобус и карты. Вся куча этих линий на карте (и глобусе), а говоря по научному – совокупность, составляет **картографическую сетку**. Понятно, что на глобусе картографическая сетка почти строго соответствует действительности. На карте – нет. Это уже зависит от того, каким способом карту рисовали. Отсюда научное определение. **Способ нанесения на карту картографической сетки называется картографической проекцией.**

Параллели и меридианы называют ещё координатными линиями. Потому, что именно на них строится вся **система координат**. Для дальнейшего познания предмета, о координатах мы поговорим именно сейчас.

Как уже отмечалось, через любую точку земной поверхности можно провести и параллель, и меридиан. Именно эти самые параллель и меридиан принадлежат только своей точке и только ей. Они-то и есть **географические координаты данной точки**. Вопрос только, как и от чего эти «свои» параллель и меридиан отсчитывать. Так вот, всё совсем просто. Параллели отсчитываются от нулевой (это – экватор) до девяностоградусных (это уже параллели, «превратившиеся» в точки – географические полюса). Проще говоря, **параллели отсчитываются от экватора к соот-**

ветствующим полюсам, от нуля до девяноста градусов. Поэтому, кроме количества градусов, к названию параллели прибавляется и название полюса, в сторону которого она отсчитывается. Из этого, кстати, всегда ясно, в каком полушарии – северном или южном, находится наша «исследуемая, подопытная» точка. Ну а **географическая широта места – это правильно названная и отсчитанная от экватора параллель.**

**Долгота места – отсчитанный от нулевого (Гринвичского) меридиан, названный соответственно** (восточные долготы – к востоку, западные – к западу от Гринвича).

Что такое Гринвич и почему именно от Гринвича? Да просто люди взяли, и условились за нулевой меридиан считать меридиан, проходящий через старинную и знаменитую Гринвичскую обсерваторию, что в Англии, недалеко от Лондона. Этот самый Гринвичский меридиан – очень важен для нас. Мы используем его и при расчётах времени на судне, и при решении задач мореходной астрономии. (Так что для моряков Гринвич – прямо-таки «пуп Земли». Шутка.)

Сейчас коротко разберём, какие существуют картографические проекции. Они делятся на три группы. Принадлежность к той или иной группе определяется тем, **что именно искажается** при составлении карты – расстояния, направления, углы и т.п.

**Равноугольные (конформные)** – проекции, в которых, при составлении карты, сохраняются, остаются неизменными (что на карте, что на местности) углы между направлениями на предметы. В таких проекциях сохраняются подобия очертаний лежащих на земле фигур (островки, мысы, гавани). Однако собственно размеры этих самых островков, мысов, гаваней – искажены.

**Равновеликие (эквивалентные)** – проекции, в которых сохраняется пропорциональность площадей изображённых на карте объектов. Однако равенство углов не соблюдается, и поэтому форма предметов на карте искажена.

**Произвольные** – они произвольные и есть. На них не сохраняется ни равенство углов, ни пропорциональность площадей.

*Существуют и ещё классификации картографических проекций. По виду картографической сетки классифицируют коническую и цилиндрические проекции.*

**Коническая проекция.** В этой проекции меридианы и параллели проецируются на конус, который может, как касаться земной поверхности, так и пересекать её в определённых местах. На карте, построенной таким способом, параллели и меридианы изобразятся кривыми линиями. Поэтому коническая проекция применяется на практике для построения сухопутных топографических карт. Она не удобна для решения навигационных задач.

**Цилиндрическая проекция.** Этот вид проекции, в свою очередь подразделяется на нормальную и поперечную. **Нормальная** цилиндрическая проекция получится, если мы земные параллели и меридианы начнём проецировать на поверхность цилиндра, ко-

торый касается земного шара по экватору. Меркаторская проекция является цилиндрической. **Поперечная** цилиндрическая проекция строится, в общем, похоже, только ось цилиндра, на который проецируются параллели и меридианы, **перпендикулярна земной оси**. Следовательно, сам цилиндр касается Земли не по экватору, а по какому-то меридиану. Меридиан этот, кстати, называется **осевым**. Параллели и меридианы на такой проекции изображаются кривыми линиями. А на цилиндр проецируется относительно узкая, прилегающая к осевому меридиану полоса. Этим достигается наименьшее искажение. Такую проекцию не используют, если нужно построить карту большого участка Земли целиком. Эта проекция носит ещё название **проекции Гаусса** и используется во вспомогательных целях картографии.

**Азимутальная** проекция получается, когда мы проецируем сетку параллелей и меридианов на плоскость, касающуюся Земли в какой-то, наиболее удобной для целей создания карты, точке. В такой проекции построено большинство планов.

Частным случаем **азимутальной** проекции является проекция **перспективная**. Это проекция, больше всего похожая на обыкновенную картину, которую бы нарисовал художник. Только на этой картине будет изображаться большой участок Земного шара. Плоскость проецирования в азимутальной проекции называется **картинной**. Определение этой проекции звучит так: **проекция земной поверхности из одной фиксированной точки зрения на плоскость, перпендикулярную лучу зрения называется перспективной**. Проекции, которые вообще не используются в навигации, принято называть **условными**.

Для нас же важны именно морские карты. А вот в них применяются проекции **меркаторская** и **гномоническая (центральная)**. Ещё применяются **планы**.

**План** – подробное изображение таких небольших участков Земли, кривизной которых можно пренебречь. Это те самые маленькие карты, о которых мы говорили в самом начале главы. Планы составляются в наши дни способами аэрофотосъёмки или простой геодезической съёмки местности. Планы практически не имеют искажений. На них сохраняются и контуры фигур, и направления, и углы.

Для начала нам необходимо вообще чётко представить себе, какими качествами должна обладать морская карта, каким требованиям отвечать. Итак, нам необходимо, чтобы линия пути судна, идущего постоянным курсом (то есть – *по локсодромии*, определение которой мы дадим чуть позднее), отображалась на карте прямой линией. Тогда курс будет очень удобно прокладывать. Далее, углы и направления на местности должны абсолютно точно соответствовать углам и направлениям на карте, то есть карта должна быть равноугольной (конформной). Тогда мы сможем наглядно и легко определить место судна по пеленгам, горизонтальным углам, и т.п.

Картографическую проекцию, которая отвечает выше обозначенным требованиям, создал в 1569 году голландский учёный-картограф Герард Кремер, прозванный Меркатором. По его прозвищу проекция и была названа. По способу построения меркаторская проекция относится к нор-

мальным (прямым) цилиндрическим проекциям, а по характеру искажений – к равноугольным (конформным).

Остановимся на ней подробнее. Нам всю жизнь с ней работать, и поэтому всё необходимое про неё знать нужно *назубок!* Для того, чтобы понять, как составляется меркаторская проекция, необходимо обладать известной долей воображения. Итак. Берём глобус. Закладываем его в бумажный цилиндр. Цилиндр этот обязательно должен касаться экватора. На этот бумажный цилиндр мы и будем проецировать сейчас земную поверхность. Очевидно, что сам экватор, его длина, остаются без изменений.

Отсюда правило – **самые незначительные искажения на картах меркаторской проекции – в районе земного экватора!** *Места пересечения параллелей и меридианов – точки их пересечения, как бы жёстко фиксируем (склеиваем, связываем, – что угодно).* Теперь «выгибаем» меридианы, от полюсов, как бы распрямляя, на наш бумажный лист. При этом наши фиксированные точки пересечения параллелей и меридианов «сидят на меридианах», двигаются вместе с меридианами. *Расстояния между этими точками, измеренные по меридианам, сохраняются неизменными. Неизменными остаются и длины меридианов.*

В итоге получим ряд прямых линий, перпендикулярных экватору, параллельных между собой (рис. 7.3). Расстояние между ними равно тому, каким оно было (и осталось) на экваторе. Параллели также «растягивались», вместе с меридианами, «держась» за точки пересечения с ними. Они так и остались параллельными между собой и стали перпендикулярными линиям меридианов (как были перпендикулярны их плоскостям до «растяжения»).

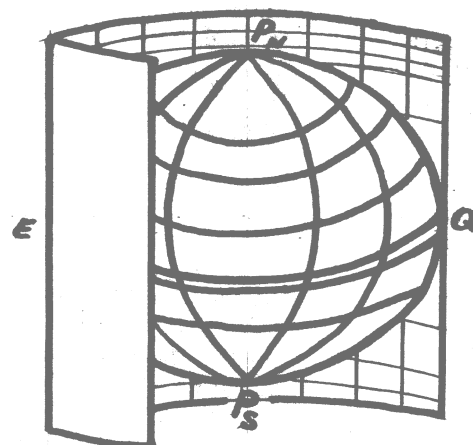


Рис. 7.3

На этом заканчивается первый, и наиболее понятный, этап построения меркаторской проекции. Но если остановиться на достигнутом и построить карту только описанным выше способом, то сразу же определённые неудобства создадут нам дополнительные сложности в работе. А

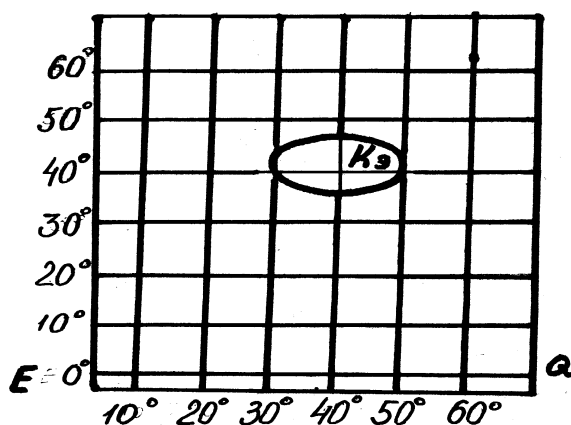


Рис. 7.4

именно, фигуры в натуре и на карте не будут подобными, проще говоря, совершенно круглое образование (островок, вертолётная площадка – не важно что), на карте будет выглядеть совершенно определённо, как эллипс (рис. 7.4). Иначе говоря, соз-

данная нами на первом этапе проекция не будет конформной. И, хотя путь судна, идущего постоянным курсом, будет здесь изображаться прямой линией, пользоваться такой картой мы не можем (если и сможем, то намучаемся, не дай Бог!).

Для того чтобы указанного неудобства избежать, мы должны как-то нашу проекцию изменить, а именно – растянуть в меридиональном направлении на определённую величину. Каким образом растянуть и почему – это уже предмет математических расчётов, которые мы ниже приведём, и даже поясним рисунком.

Однако на практике эти расчёты не нужны. Нам главное – запомнить принцип создания меркаторской проекции: «окружили» шар-Землю цилиндром по экватору – (меридианы из проволоки, параллели из резины) – «прикрепили» параллели к меридианам – распрямили проволоки-меридианы на плоскость цилиндра – параллели сами растянулись, оставаясь «привязанными» к меридианам; а потом чуточку удлиннили меридианы и «подняли» по ним параллели – на определённую, специально рассчитанную величину.

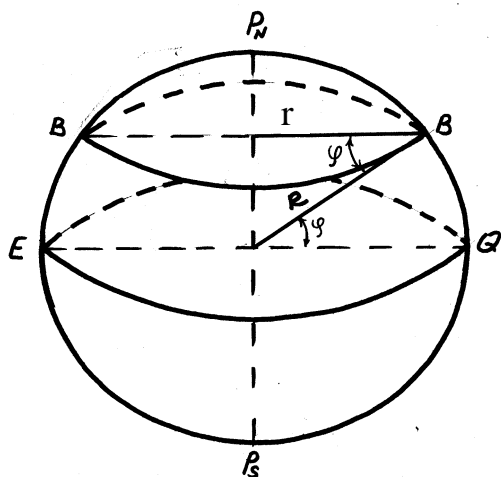


Рис. 7.5

Длина экватора (рис. 7.5)

$$EQ = 2\pi R, \quad (7.1)$$

где  $R$  – радиус Земли.

Длина параллели на сфере

$$BB' = 2\pi r, \quad (7.2)$$

где  $r$  – радиус параллели  $BB'$ .

Из рисунка видно, что

$$r = R \cos \varphi. \quad (7.3)$$

Следовательно, длина параллели

$$BB' = 2\pi R \cos \varphi. \quad (7.4)$$

Длина экватора остаётся неизменной как на проекции, так и в реальности. Величина, на которую при построении меркаторской проекции, растягивается параллель, рассчитывается следующим образом:

$$\frac{EQ}{BB'} = \frac{2\pi R}{2\pi R \cos \varphi} = \frac{1}{\cos \varphi} = \sec \varphi \quad (7.5)$$

Всё это означает, что при «растягивании» параллелей при проецировании на стенки нашего условного цилиндра длина каждой из них увеличивается в  $\sec \varphi$  раз ( $\varphi$  – угол широты места).

Следовательно, и меридианы нужно «вытянуть» в каждой точке в  $\sec \varphi$  раз. Для нашего поясняющего рисунка (рис. 7.6) это будет значить,

что между параллелями *AA* и *BB* нужно «вытянуть» меридианы так, чтобы эллипс *Кэ* принял бы форму круга *К*.

*Sec φ* – та искомая, рассчитываемая величина, определённая и специально рассчитанная, о которой мы говорили, поясняя принцип построения меркаторской проекции.

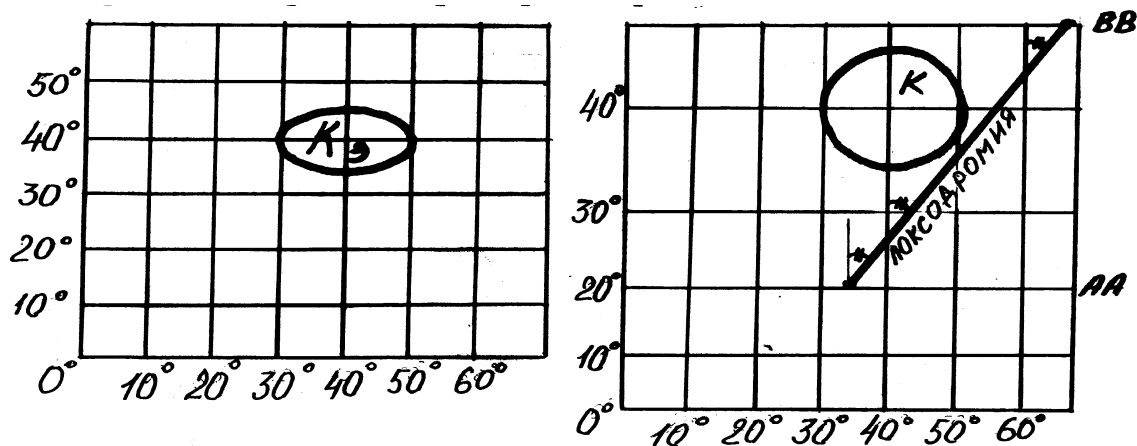


Рис. 7.6

Математическое обоснование конформности меркаторской проекции заключается в определении расстояния от экватора, на котором следует провести на карте параллель, соответствующую данной широте.

Пусть *AC* – путь судна, идущего курсом *Кс*. На реальной плоскости Земли это будет кривая, пересекающая меридианы под одним и тем же углом *Кс* (рис. 7.7). *AB* – параллель, длина которой на плоскости земного шара будет  $AB = r d \lambda$ , но  $r = R \cos \varphi$ , значит  $ab = R \cos \varphi d\lambda$ . Длина дуги меридиана  $BC = R d\varphi$ .

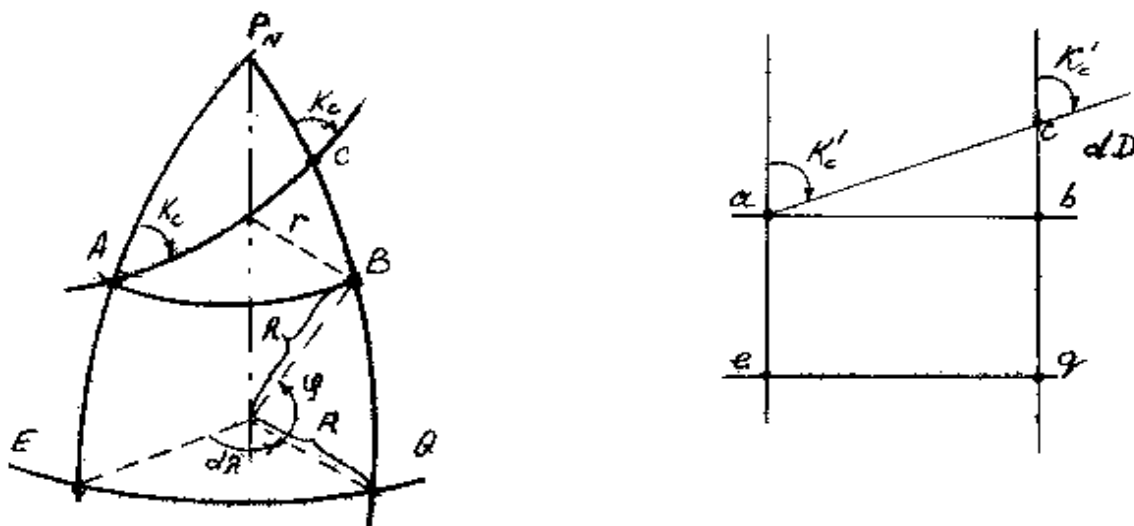


Рис 7.7

На меркаторской карте линия курса *ac* будет выглядеть, как прямая линия. Как мы уже отмечали, длина экватора остаётся неизменной, отсюда следует, что  $ab = eq = EQ = R d\lambda$ .



Катет  $bc$  обозначим  $dD$ . В наших расчётах треугольник  $ABC$  мы принимаем за бесконечно малый и на этом основании далее считаем его плоским. Тогда, используя формулы классической тригонометрии:

$$\operatorname{ctg} Kc = \frac{BC}{AB} = \frac{R d\varphi}{R d\lambda \cos \varphi} = \frac{d\varphi}{d\lambda \cos \varphi} \quad (7.6)$$

В треугольнике  $abc$

$$\operatorname{ctg} Kc' = \frac{bc}{ab} = \frac{dD}{R d\lambda} \quad (7.7)$$

При условии, что наша проекция равноугольна (а это именно так и есть),

$$Kc = Kc' \Rightarrow \operatorname{ctg} Kc = \operatorname{ctg} Kc' \Rightarrow \frac{d\varphi}{d\lambda \cos \varphi} = \frac{dD}{R d\lambda} \Rightarrow dB = \frac{d\varphi}{R d\lambda} \quad (7.8)$$

После интегрирования данного выражения получим :

$$D = R \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\cos \varphi} \text{ или, что то же самое } R = \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (7.9)$$

Говоря относительно нормальным, человеческим языком, можно выразить смысл этих многомудрых формул следующим образом:

*Для соблюдения условия конформности проекции нам нужно на карте проводить каждую параллель на расстоянии от экватора  $D$ , которое и вычисляется по полученной нами только что формуле.*

Приведённые мелким курсивом формулы никогда не пригодятся Вам, уважаемый читатель, в практической жизни (разве что экзамены по навигации по этой книжке сдавать будете). Но, не боясь ещё раз повториться, скажу – эти формулы дают обоснование тому, что

***на карте при изменении широты – меняется и длина морской мили!***

Зарубите себе это на носу! Эта истина – из разряда вечных! Её **никогда нельзя забывать!** Далее мы будем учиться на карте пользоваться координатной сеткой, узнаем, что с неё «снимается» величина морской мили, но уже сейчас мы поняли, что:

***если нам нужна морская миля где-то в середине карты, то и её значение мы будем снимать в середине рамки, если снизу – то снизу рамки, если сверху – то в верхней части рамки.***

При таком способе построения картографической проекции выходит, что с изменением широты меняется и масштаб проекции (в вертикальном направлении). По параллелям же (по горизонтали) масштаб остаётся неизменным. Из-за этого масштаб карты указывают усредненный, взятый по какой-то одной параллели. ***Параллель, по которой указан масштаб карты, называют главной параллелью.*** Она указывается на карте отдельно. Так делают при построении крупномасштабных карт. При построении карт более мелкого масштаба в качестве главной параллели используют параллель

стандартную для данного моря или широтного пояса, причём иногда эта параллель вообще лежит за пределами данной карты.

### МАСШТАБЫ МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

Что такое вообще масштаб? Понятие масштаба возникает, когда мы уменьшаем или увеличиваем что-то в несколько раз. Нестрого говоря, это самое число раз, определённым образом выраженное, и есть масштаб.

*На самом деле всё несколько сложнее, потому что любой предмет можно увеличить и уменьшить по-разному. Например, возьмём обыкновенный куб. Его можно уменьшить в два раза по объёму. Но при этом длины сторон куба не станут меньше именно в два раза. И наоборот, если уменьшить в два раза длины его сторон, объём станет меньше в 8 раз.*

**Масштаб морской навигационной карты – это отношение длин расстояний между двумя точками на карте и соответствующими им точками на земной поверхности (рис. 7.8).**

По способу представления информации различают **числовой** и **линейный** масштабы.

**Числовой масштаб выражается в виде математической операции деления (дроби, частного), где в числителе находится единица, а в знаменателе – количество раз, в которое уменьшаются на карте линейные размеры по отношению к истинным.** Ещё говорят, что в знаменателе содержится количество единиц длины на местности, соответствующее одной такой же единице длины на карте.

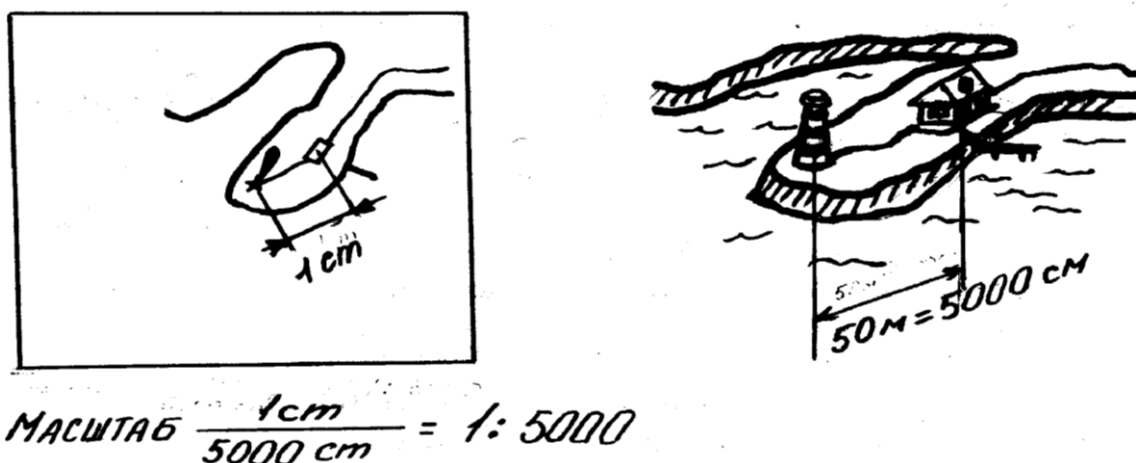


Рис. 7.8. Местность и карта

Например, масштаб 1 : 250 000 означает, что один сантиметр карты соответствует 250 000 сантиметрам на местности (2500 метрам, соответственно, ведь мы помним, что в метре 100 сантиметров). 1 : 50000 означает, что в одном сантиметре карты содержится 50 000 сантиметров (или 500 метров). Очевидно, что чем меньше величина знаменателя, тем меньшее количество сантиметров «влезает» в один сантиметр карты, а значит, такая

карта ближе к оригиналу, а значит, она подробнее. На ней можно представить больше информации. К примеру дом, длиной 50 метров, на карте масштаба 1 : 250 000 займёт 0,2 мм карты (что уже для практических целей не подходит), а на карте масштаба 1 : 5 000 – целый сантиметр и будет хорошо виден. Отсюда логически вытекает следующее правило, которое необходимо запомнить на всю жизнь:

**Чем МЕНЬШЕ величина знаменателя масштаба, тем КРУПНЕЕ сам масштаб!** (И тем подробнее и точнее сама карта).

**Линейный масштаб** показывает, сколько практически употребительных единиц длины (метров, километров) содержится в одной более мелкой единице длины (сантиметре, например) на карте. Линейный масштаб может быть представлен двумя способами. Его записывают, например так : в 1 см 300 м, в 1 см 1 км и т.п. Или же выражают графически, рисуя разбитый на равные участки отрезок (очень часто – не просто отрезок, а полосатую линию, участками которой служат полоски). Над каждым участком (полоской) указывается фактическое расстояние на местности, соответствующее длине отрезка на карте (рис. 7.9).

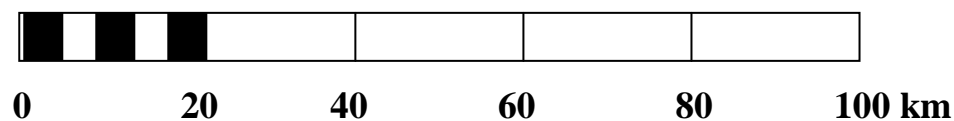


Рис. 7.9

На морских навигационных картах линейный масштаб наносится на вертикальные рамки карты (с него и снимают величины расстояний при практической работе).

**Линейный морской масштаб** – это такой способ обозначения масштаба карты, при котором указывается, сколько морских миль содержится в одном сантиметре плана или карты, или же, наоборот, скольким сантиметрам карты соответствует фактическое расстояние в одну милю. Пишут: в 1 см 0,5 мили; 1 миля – 2 см.

Как мы уже отмечали выше, при изменении широты места на картах меняется и фактическое значение масштаба. Следовательно каждой точке на карте соответствует свой масштаб. (Различия очень невелики, но они есть). В навигации говорят, что каждой точке карты соответствует «свой» масштаб. Этот масштаб называют ещё **частным**. В заголовках карт указывают **главный масштаб**, о котором мы уже говорили в этой главе. Он рассчитан по главной параллели, или является наиболее близким к среднему значению частных масштабов данного моря или района.

Для работы с картами нам также нужно иметь представление о понятии **предельной точности масштаба**. Установлено, что средний человеческий глаз достаточно уверенно различает на карте расстояния не более 0,2 мм. Так вот, расстояние на местности, соответствующее этим самым 0,2 мм на карте – и есть предельная точность масштаба. Посчитать её значение очень просто. Для этого, конечно же, прежде всего, нужно знать масштаб. Допустим, это 1 : 250 000. Тогда предельная точность масштаба будет:

$$0,2 \text{ мм} \times 250 \text{ 000} = 50 \text{ 000 мм} = 5 \text{ 000 см} = 50 \text{ м};$$

(для расчёта нужно умножить 0,2 мм на число, стоящее в знаменателе масштаба и перевести полученное значение в удобные единицы измерения – метры, мили).

На практике установлено, что фактически измерить на карте 0,2 мм (это – укол хорошо отточенной иглы штурманского измерителя) довольно тяжело. Кроме того, на точность влияют ещё и погрешности самих навигационных инструментов. В силу названных причин принято за величину предельной точности измерения на карте считать 1 мм.

Тогда **действительная предельная точность** масштаба будет рассчитываться умножением 1 мм на число, стоящее в знаменателе масштаба.

Для 1 : 250 000 получим:

$$1 \text{ мм} \times 250 \text{ 000} = 250 \text{ 000 мм} = 25 \text{ 000 см} = 250 \text{ м}$$

В картографии предельная точность масштаба является критерием величины допустимых искажений карты, то есть не подлежащих учёту (ими можно пренебрегать, так как на карте их обнаружить нельзя).

Завершая разбор темы о масштабах, отдельно остановимся на **масштабе меркаторской карты**. Мы уже отмечали, что указанный в заголовке карты *главный масштаб* не является одним и тем же для всех участков карты. Он рассчитан или для *главной параллели* или для *средней параллели* (которая тут же, в заголовке, и указывается). С помощью главного масштаба нельзя точно измерять расстояния на меркаторской карте. Тем более, что главная параллель лежит за пределами рамки карты, то в заголовке масштаб вообще не указывается.

*Частный масштаб для любой отдельно взятой параллели, можно рассчитать, зная зависимости, использованные при построении меркаторской карты. Для этого примем несколько обозначений:*

*Мэ – знаменатель масштаба карты на экваторе;*

*Мгл – знаменатель главного масштаба по главной параллели;*

*Мф – знаменатель частного масштаба на широте φ.*

*Мы знаем, что при построении меркаторской карты масштаб на любой параллели широты φ крупнее, чем на экваторе в  $\sec \varphi$  раз. Это значит (исходя из зако-*

нов тригонометрии), что знаменатель масштаба в широте  $\varphi$  в  $\cos\varphi$  раз меньше, чем на экваторе, или:

$$M\varphi = M_{\text{э}} \cos \varphi \quad (7.10)$$

Преобразовываем (7.10) в обратную зависимость

$$M_{\text{э}} = M\varphi \sec \varphi \quad (7.11)$$

Аналогично (верхнее), для зависимости между масштабами на экваторе и на главной параллели будем иметь:

$$M_{\text{э}} = M_{\text{гл}} \sec \varphi_{\text{гл}}, \quad (7.12)$$

где  $\varphi_{\text{гл}}$  - секанс широты главной параллели.

Пользуясь формулами (7.10) и (7.12), мы можем определить частный масштаб на любой параллели карты, если известны главная параллель и главный масштаб. Для этого сначала используют (7.12) для нахождения масштаба на экваторе, а затем (7.10) – для частного масштаба в нужной широте.

В заключение отметим **недостатки карт меркаторской проекции**. Это очень большие искажения в высоких широтах (более  $85^\circ$ ), которые делают невозможным пользование картой. Кроме того, многие наиболее употребительные в навигации линии (дуги больших кругов, например) изображаются кривыми линиями, построить которые на карте довольно сложно.

## 8. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В МОРСКОЙ НАВИГАЦИИ

Для решения подавляющего большинства навигационных задач, как на морской карте, так и при непосредственном управлении судном, штурману необходимо, как можно точнее, определять направление на Северный географический полюс Земли. С древних времён для этого применялся свободно подвешенный намагниченный кусочек железа, имеющий продолговатую форму (часто его изготавливали в форме рыбки, и поэтому часто он так и назывался – «рыбка»). «Рыбка» явилась прообразом сложных современных приборов – магнитных компасов.

Однако, у магнитных компасов имеется один существенный недостаток – они показывают направления не на северный географический полюс, а на северный магнитный. Да ещё, к тому же, делают это не совсем точно (а кое-где – и совсем не точно). Что хорошо – неточности магнитных компасов подчиняются определённым закономерностям, которые на сегодняшний день хорошо известны науке. Зная такие закономерности, и имея неточное направление на север, указанное таким компасом (компасный норд), мы сможем достаточно легко и точно определить направление на северный географический полюс (истинный север, истинный норд).

Материал данной главы как раз и посвящён объяснению всех перечисленных выше явлений и закономерностей, а также способов их практического использования. Наш земной шар, как это ни странно, представляет собой обыкновенный, но только очень большой магнит, окруженный, как положено, своим собственным магнитным полем. Магнитные полюса Земли находятся относительно недалеко от полюсов географических, но не совпадают с ними. Согласно современным представлениям физики, силовые линии магнитного поля Земли «выходят» из южного ( $P_{sm}$ ) магнитного полюса и «входят» в северный ( $P_{nm}$ ).

Говоря грубо, стрелка магнитного компаса стремится расположиться вдоль этих силовых линий. Но стрелка – практически прямая, а силовые линии – приближенные к эллиптической форме кривые. Поэтому стрелка располагается почти по касательной к силовой линии. Для проведения дальнейших разъяснений воспользуемся рисунком (рис. 8.1)

Строго по касательной располагается вектор *напряженности* магнитного поля ( $T$ ), который является его физической характеристикой. Этот вектор можно разложить на вертикальную ( $Z$ ) и горизонтальную ( $H$ ) составляющие. Горизонтальная ориентирует стрелку компаса вдоль силовой линии, «заставляя» показывать на север, а вертикальная – наклоняет стрелку относительно плоскости горизонта, почему она и располагается не строго горизонтально, а почти по касательной к силовой линии.

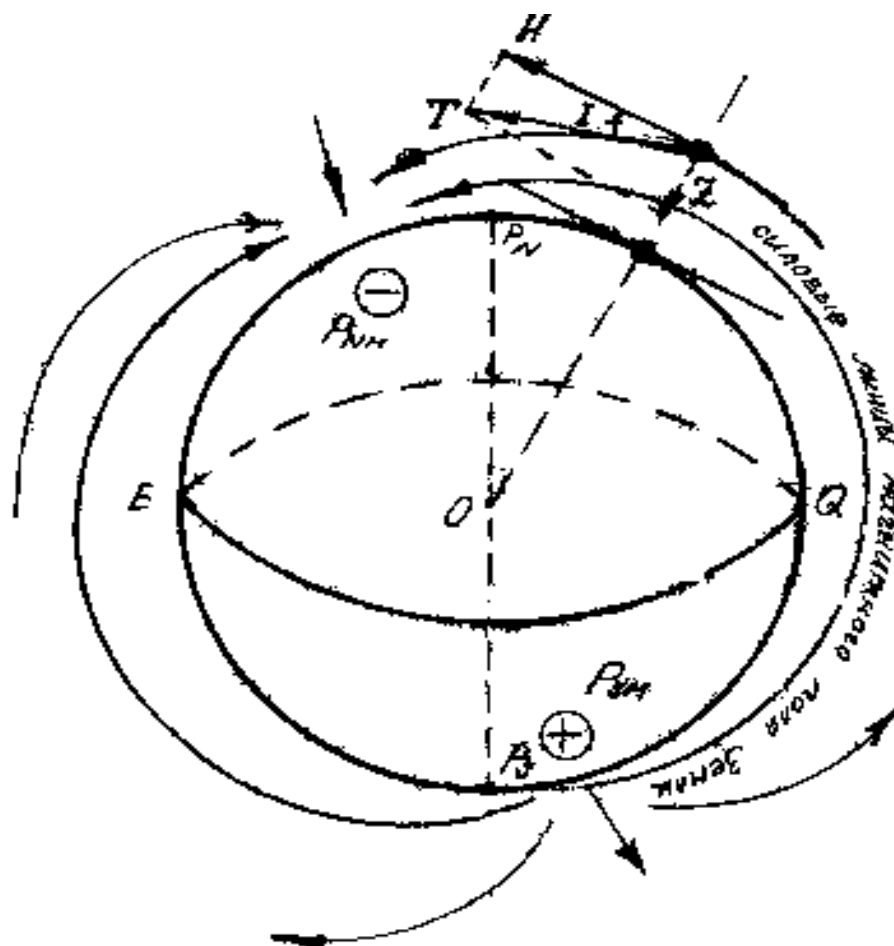


Рис. 8.1

Величины  $T$ ,  $Z$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $d$  называются элементами земного магнетизма. Между ними существуют следующие простейшие геометрические зависимости:  $H = T \cos I$ ;  $Z = T \sin I$ .

Угол, на который отклонён вектор магнитной напряжённости по отношению к плоскости истинного горизонта, характеризует (но не определяет) **магнитное наклонение** ( $I$ ). Так как и стрелка компаса, и вектор напряжённости практически располагаются по касательной к силовой линии, существует определение магнитного наклонения, которое вытекает из элементарных законов геометрии – магнитное наклонение – *вертикальный угол между осью свободно подвешенной магнитной стрелки и плоскостью истинного горизонта. Для лучшего запоминания – магнитное наклонение – это то, что заставляет стрелку наклоняться к земле.*

Вертикальная плоскость, проходящая через силовую линию магнитного поля (а, значит, и через магнитную стрелку) называется в навигации **плоскостью магнитного меридиана**. Плоскость магнитного меридиана пересекает поверхность земного шара. В результате этого пересечения получается замкнутая кривая, близкая к окружности. Эта кривая – **магнитный меридиан наблюдателя**.

Для удобства при решении навигационных задач принято другое, более компактное определение:

**магнитный меридиан** – след от пересечения плоскости истинного горизонта плоскостью магнитного меридиана.

Но в разных, расположенных даже довольно близко, точках Земли оказывается (при точных замерах), что магнитная стрелка показывает не одно и то же направление – на магнитный полюс (рис. 8.2). Такое природное явление обусловлено тем, что в разных точках Земли магнитное поле испытывает разнообразные влияния и, как следствие, имеет неоднородные характеристики. Величина указанных отклонений в навигации «привязывается» к плоскости истинного меридиана и называется **магнитным склонением**.

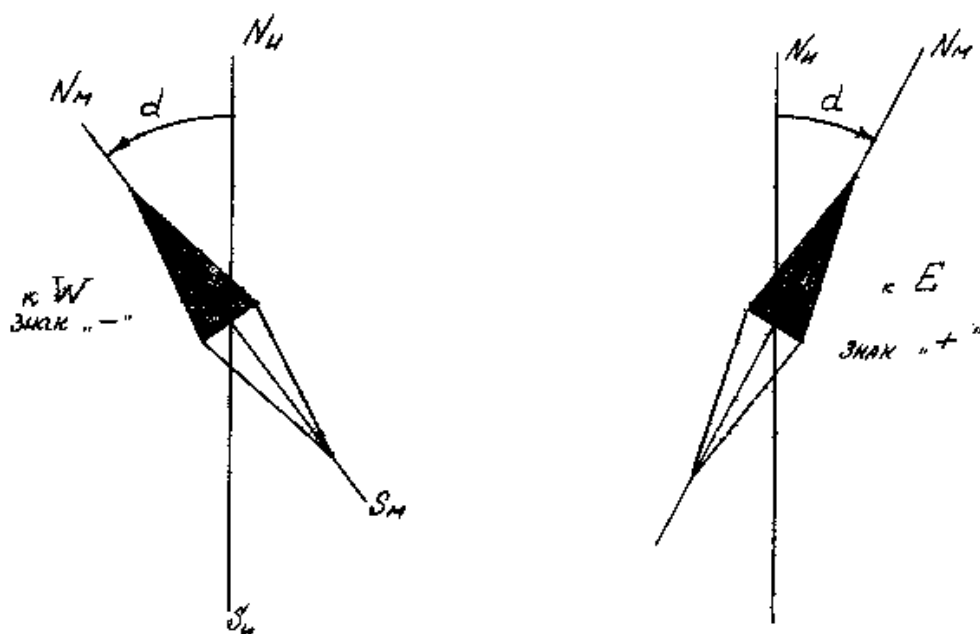


Рис. 8.2

Определение магнитного склонения:

**магнитное склонение** (обозначается –  $d$ ) – это угол между северными частями магнитного ( $N_m$ ) и истинного ( $N_{и}$ ) меридианов наблюдателя; или – горизонтальный угол на плоскости истинного горизонта, образованный пересечением этой плоскости плоскостями магнитного и истинного меридианов наблюдателя.

Магнитное склонение отсчитывается от северной части истинного меридиана ( $N_{и}$ ) к востоку (к  $E$ ) или к западу (к  $W$ ) от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  (рис. 8.2 и 8.3). Если магнитный меридиан отклонён от истинного к востоку, то склонение называется восточным и ему присваивается знак «плюс» (+), если же магнитный меридиан отклоняется от истинного к западу, тогда склонение – западное, и ему присваивается знак «минус» (–).



Значения магнитного склонения в различных точках земли различно и колеблется в умеренных широтах от  $0^\circ$  до  $\approx 25^\circ$ . В высоких широтах магнитное склонение достигает значений в десятки градусов, а если измерить его, находясь между северным магнитным и северным географическим полюсами, то оно составит  $180^\circ$  (так же и с «парой» южных полюсов).

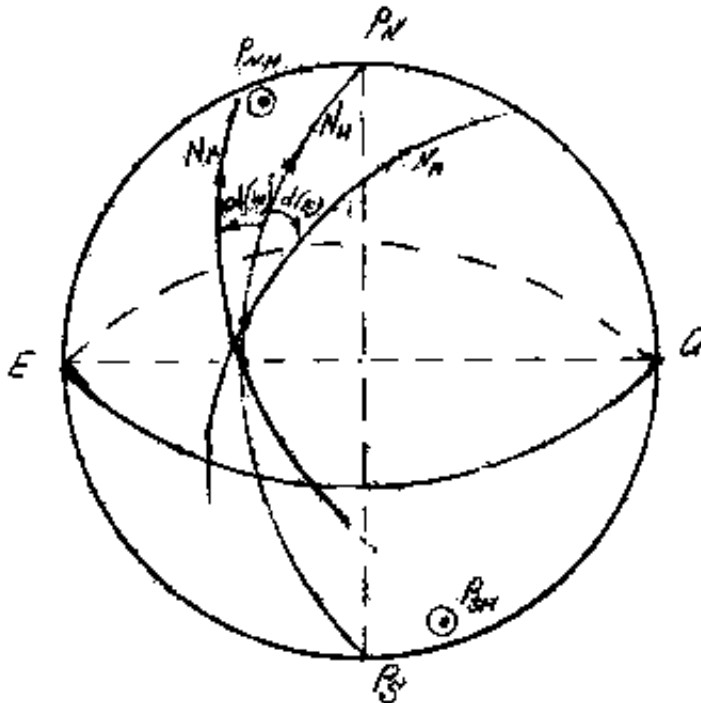


Рис. 8.3

Для осуществления измерений элементов земного магнетизма (из которых для нас важнейшим является *магнитное склонение  $d$* ), построены и используются специальные научно-исследовательские суда разных стран. На основании их измерений составляются карты магнитных склонений, которые называют – *изогоническими*. На этих картах нанесены кривые линии, которые соединяют точки с одинаковыми значениями магнитных склонений. Эти линии принято называть *изогонами*. Изогона, соединяющая точки с нулевым склонением носит название *агоны*.

Менее употребительны линии, соединяющие точки с одинаковым магнитным наклонением (не путать со склонением!) – *изоклины*. Нулевая изоклина (соединяет точки с нулевым магнитным наклонением) называется *магнитным экватором*. Магнитный экватор – неправильная кривая, пересекающая географический экватор в двух точках.

Вблизи магнитных полюсов магнитное наклонение принимает значение  $90^\circ$ . Это значит, что стрелка стремится принять вертикальное положение. Такая стрелка хороша, как отвес, но никуда не годится, как определитель направлений в море. На экваторе же стрелка чувствует себя воль-

готно, располагаясь практически горизонтально. Ничто не мешает ей хорошо делать своё дело (магнитное-то наклонение равно нулю!).

Отсюда правило: **лучше всего магнитный компас работает в районе магнитного экватора (и, грубо говоря, географического тоже, если нет аномалии), и совсем неприменим в непосредственной близости от магнитных полюсов (но в высоких широтах его применяют).** Кстати, карты, на которых приводятся значения магнитного наклонения, называются *изоклиническими*.

В результате упомянутых выше исследований также установлено, что в одном и том же месте величина магнитного склонения с течением времени изменяется (как изменяется и местоположение магнитных полюсов Земли). Что хорошо – изменение это имеет практически постоянную величину за определённый отрезок времени (в практических целях используют год). Поэтому на морских навигационных картах указывается величина магнитного склонения и год, в который она измерена. (Это называется – *склонение отнесено к такому-то году*).

Ещё обязательно указывается, на какую величину и в какую сторону (к западу или востоку) в течение одного года это склонение изменяется. Такая величина называется *годовое изменение склонения*. Причём если изменение идёт в восточную сторону, то годовое изменение имеет знак «плюс» (+) и называется ещё *годовым увеличением*. А если значение изменяется к западу, то оно называется *годовым уменьшением* и имеет знак «минус» (–).

В процессе любой работы с навигационной картой необходимо **обязательно (!) приводить магнитное склонение к году плавания**. Это делается достаточно просто. К значению магнитного склонения (со своим знаком), указанному на карте (в виде картушки компаса или просто надписью) прибавляют произведение величины годового изменения (также со своим знаком) и количества лет, прошедших от года, к которому отнесено склонение, до года фактического плавания. Поясним сказанное примерами.

### **Пример 1.**

С карты снято значение магнитного склонения  $d = 3,2^\circ\text{E}$ . Отнесено к 1998 году. Годовое увеличение  $+ 1,2^\circ\text{E}$ . Год плавания – 2003. Следовательно, от года, к которому отнесено склонение, прошло 5 лет (2003 – 1998).

К моменту расчёта склонение изменилось на величину:

$$5 \times (+1,2^\circ\text{E}) = + 6,0^\circ\text{E}.$$

$$\text{Искомое значение: } 3,2^\circ + (+6,0^\circ) = 9,2^\circ\text{E}.$$

**Пример 2.**

С карты снято значение магнитного склонения  $d = 0,9^\circ\text{E}$ . Отнесено к 1995 году. Годовое уменьшение  $- 1,1^\circ\text{W}$ . Год плавания – 2003. Следовательно, от года, к которому отнесено склонение, прошло 8 лет (2003 – 1995).

К моменту расчёта склонение изменилось на величину:

$$8 \times (- 1,1^\circ\text{W}) = - 8,8^\circ\text{W}.$$

$$\text{Искомое значение: } 0,9^\circ\text{E} + (- 8,8^\circ\text{W}) = - 7,9^\circ\text{W}.$$

В данном примере склонение уменьшилось и перешло из восточного в западное, изменив знак.

**Пример 3.**

С карты снято значение магнитного склонения  $d = - 1,2^\circ\text{W}$ . Отнесено к 1997 году. Годовое уменьшение  $- 1,2^\circ\text{W}$ . Год плавания – 2003. Следовательно, от года, к которому отнесено склонение, прошло 6 лет (2003 – 1997).

К моменту расчёта склонение изменилось на величину:

$$6 \times (- 1,2^\circ\text{W}) = - 7,2^\circ\text{W}.$$

$$\text{Искомое значение: } -1,2^\circ\text{W} + (- 7,2^\circ\text{W}) = - 8,4^\circ\text{W}.$$

Описанная процедура производится судоводителем ещё на стадии предварительной прокладки маршрута перехода и обязательно – на каждой используемой карте. Есть тут маленькая особенность, на которую не всегда обращают внимание, особенно начинающие. Как уже отмечалось, склонение в разных точках земной поверхности – разное. И оно зачастую разное на разных участках морской карты. Так оно и указывается – различное – в нескольких местах карты (вместе с соответствующим годовым изменением). Необходимо осуществить приведение склонения к году плавания *на каждом таком участке!*

Говоря о земном магнетизме, нельзя не затронуть такое явление, как **магнитные аномалии**. Они возникают в местах, где имеются крупные залежи пород, обладающим своим собственным магнитным полем. Такое поле, как бы складываясь с магнитным полем Земли, вызывает изменения параметров последнего. Магнитные аномалии указаны на картах специальными линиями. Так же указывается и величина наибольших изменений магнитного склонения. Пользоваться в таких районах магнитными компасами нежелательно, потому что их показания здесь не имеют практического значения. (Как иногда говорят моряки – компас показывает день рождения бабушки капитана).

Случаются в природе и *магнитные бури*. Учёные установили их определённую зависимость от солнечной активности, но до конца данное явление не изучено. Во время магнитной бури происходят изменения значений элементов земного магнетизма, достигающие порой весьма значительных величин. Магнитные бури длятся от нескольких часов до нескольких дней. Когда «на дворе» магнитная буря, компас снова совершает экскурсию по родословным членов экипажа и на его показания ни в коем случае нельзя полагаться.

Для нас также необходимо знать ещё об одной характеристике, применяющейся в работе с морскими магнитными компасами. Её название – **девиация** (обозначается  $\delta$ ). Она возникает в результате того, что металлические детали судна, на котором установлен компас, с течением времени намагничиваются (то есть сами становятся магнитами, обладающими собственными полями). Магнитные поля деталей судна вступают во взаимодействие с магнитным полем земли и в результате вокруг каждого судна создаётся суммарное поле, отличающееся своими характеристиками от магнитного поля Земли в какой-либо её точке. Следовательно, стрелки компасов устанавливаются не по линии вектора напряженности магнитного поля Земли, а по линии равнодействующей (образно говоря – суммарной) напряженности обоих полей (Земли и судна). Это значит, что, кроме магнитного склонения, появляется ещё одна «поправка», мешающая нам получить направление на истинный (географический) северный полюс. Эта «поправка» и есть девиация (рис. 8.4).

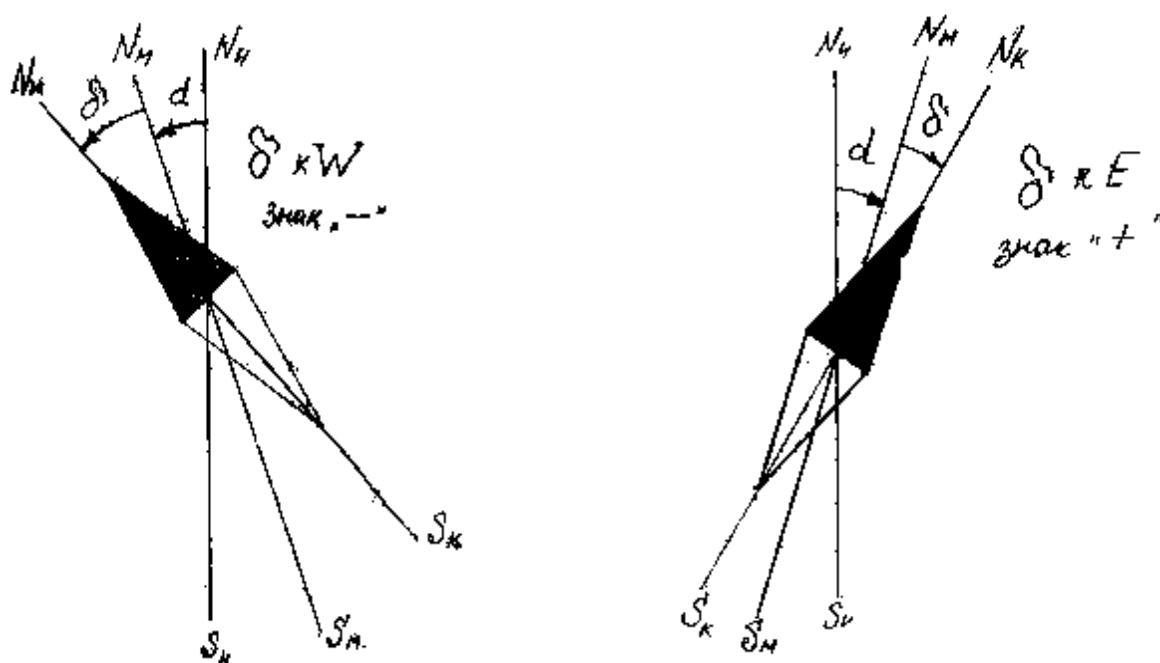


Рис. 8.4

Дадим её более строгое определение. Но сначала нам опять-таки нужно ввести ещё одно понятие. Это понятие **компасного меридиана**. Его плоскость проходит вертикально через центр Земли и ось свободно подвешенной магнитной стрелки. Поэтому:

***компасный меридиан – это след от пересечения плоскости истинного горизонта плоскостью компасного меридиана.***

Тогда: ***девиация магнитного компаса – это горизонтальный угол между плоскостью магнитного и плоскостью компасного меридианов.***

Девиация отсчитывается от северной части **магнитного меридиана** (в отличие от склонения, отсчитываемого от меридиана истинного) в восточную (к *E*) или западную (к *W*) стороны. Соответственно восточная (к *E*) девиация имеет знак «плюс» (+), а западная (к *W*) – «минус» (-).

**Важно понять и запомнить!** При изменении курса судна изменяется и значение девиации. Это происходит вследствие того, что изменяется положение железных частей судна относительно магнитной стрелки (стрелка-то крутиться!), а кроме того, железные части парохода при повороте изменяют своё положение относительно силовых линий магнитного поля Земли, что приводит к изменению равнодействующей напряженности, о которой мы упоминали выше (ещё говорят – судовое железо при повороте частично перемагничивается, что тоже верно). Именно поэтому девиацию определяют для разных курсов и составляют специальную таблицу, которой впоследствии постоянно пользуются.

Ясно также, что в течении года магнитное поле железных частей судна меняется. Меняется и девиация. Для того, чтобы при необходимости использовать магнитный компас с большой точностью, девиацию определяют (и уменьшают по возможности) раз в полгода, а иногда и чаще.

Девиация магнитных компасов изменяется и на одном и том же курсе, если судно при этом значительно меняет широту своего местоположения (что связано с изменением напряженности магнитного поля Земли). Изменяется она также, если судно перевозит грузы, обладающие собственным магнетизмом, если вблизи компаса производятся сварочные работы или от сильного сотрясения.

Во всех таких случаях нужно заново определять девиацию и составлять её таблицу. Зная девиацию, можно вычислить направления относительно магнитного меридиана, используя **компасные направления**.

Компасные направления – компасные курсы и компасные пеленги – отсчитываются от северной (нордовой) части компасного меридиана (*Nк*).

**Компасный курс (КК)** – горизонтальный угол между направлением на северную (нордовую) часть компасного меридиана и носовой частью диаметральной плоскости судна, отсчитываемый по часовой стрелке.

**Компасный пеленг (КП)** – горизонтальный угол между направлением на северную (нордовую) часть компасного меридиана и направлением на предмет, отсчитываемый по часовой стрелке.

**Обратный компасный пеленг (ОКП)** – угол, отличающийся от значения компасного пеленга на  $180^\circ$ .

$$\text{ОКП} = \text{КП} \pm 180^\circ \quad \text{или} \quad \text{КП} = \text{ОКП} \pm 180^\circ$$

\* Некоторые магнитные компасы устроены так, что с них можно снять непосредственно только значения ОКП, которые потом, пользуясь выше написанными формулами, переводят в КП.

Рассмотренные определения и соотношения между ними хорошо видны на рисунке (рис 8.5).

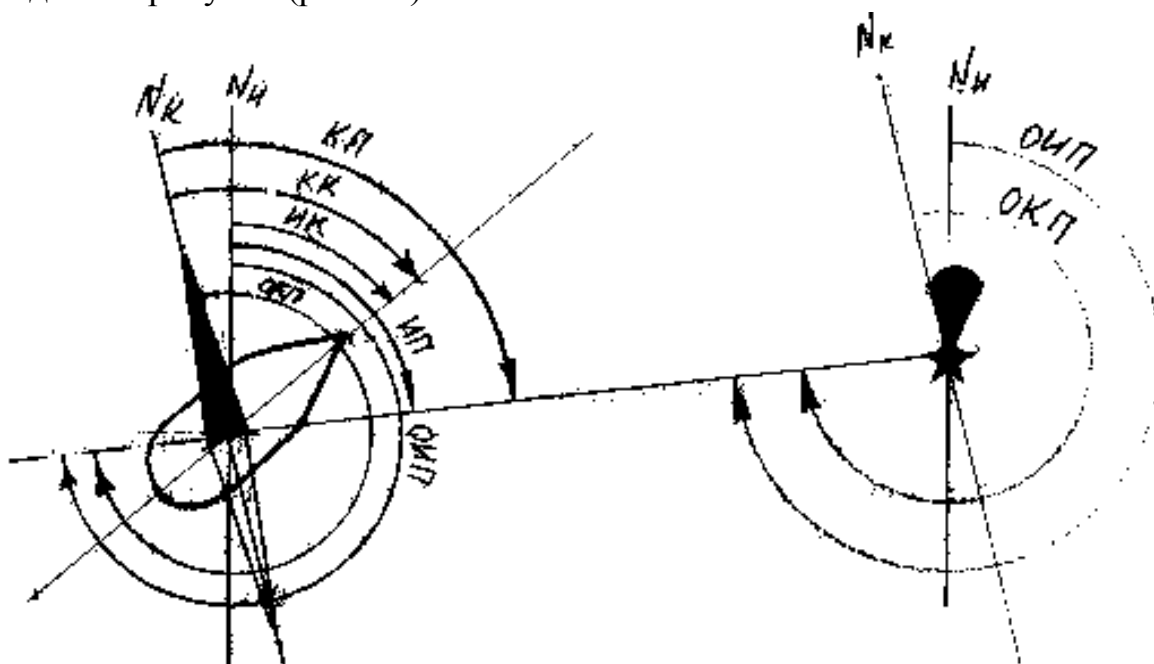


Рис. 8.5

Конечно, в наши дни область практического применения магнитных компасов значительно сузилась и ограничена небольшими судами, в основном, каботажного плавания. Везде установлены надёжные гироскопические компасы, спутниковые радионавигационные системы, и т.д. и т.п. На этом «основании» современные молодые судоводители пренебрежительно относятся к старой доброй технике. Им совершенно не хочется изучать теорию магнетизма, вникать в тонкости эксплуатации «архаичных» магнитных компасов.

Понимание приходит где-то через два года практической работы, когда самонадеянная молодёжь с удивлением воочию убеждается, что вся

современная техника нередко ломается, а «дедуля» продолжает исправно служить, оставаясь до прихода в порт единственным курсоуказателем на судне! Хорошо ещё, если более опытные штурманы поддерживали его в рабочем состоянии, вели журнал поправок, определяли и уничтожали девиацию (об этом ниже). Сейчас, к сожалению, на флоте всё меньше остаётся людей, владеющих такими знаниями. И это очень плохо.

Нужно всегда помнить, что на море недопустима халатность и несерьёзное отношение к профессии. Это может стоить, как минимум, рабочего места, а как максимум, вообще привести к аварийному происшествию. Но не будем о плохом, продолжим изучение «магнитного дела», тем более, что разбираться с основами его теории мы уже закончили. Перед нами теперь лежит область практических задач, связанная с применением магнитных компасов в навигации. Сейчас мы будем усваивать основные понятия и определения, используемые для их решения.

Нам уже ясно, что разного рода *направления* используются в навигации постоянно. Познакомимся ещё с некоторыми из них. Это **магнитные направления**. Понятие магнитных направлений введено специально для упрощения расчётов, на самом деле в судовых условиях их нельзя точно измерить. Почему?

Ответ вытекает прямо из определения: **магнитные направления – это направления, отсчитываемые от магнитного меридиана**. Такими направлениями являются магнитный курс, магнитный пеленг и обратный магнитный пеленг (отличающийся от простого пеленга, как обычно, на  $180^\circ$ ). В идеале такие направления может показать компас, на который не действуют никакие другие магнитные поля, кроме земного. Ясно, что на любом судне железа предостаточно, а значит, есть и магнитные поля. Да и сам человек также обладает магнитным полем (правда, очень небольшой величины). Поэтому-то и нельзя на судне измерить точно магнитные направления.

В не очень далёком прошлом, когда моряки носили форменную одежду и головные уборы, штурманам не разрешалось иметь в деталях этой одежды железных предметов, таких, как пружина в фуражке (по мятой фуражке тогда сразу определяли принадлежность моряка к штурманскому «сословию»). Пряжки и застёжки делались из немагнитных цветных металлов.

Специально для изучения магнитных полей Земли строятся суда, на которых полностью отсутствует железо – так называемые немагнитные суда (в основном парусники). Но это совершенно единичные проекты, о которых здесь сообщено только для информации, мало кто столкнётся с ними на практике.

Дадим определения магнитных направлений, как это и принято в обучающей литературе.

**Магнитный курс** – плоский горизонтальный угол между направлением на северную часть магнитного меридиана ( $N_m$ ) и носовой частью диаметральной плоскости судна ( $ДП$ ), отсчитываемый по часовой стрелке (рис. 8.6).

**Магнитный пеленг** – плоский горизонтальный угол между направлением на северную часть магнитного меридиана ( $N_m$ ) и направлением на предмет (ориентир), отсчитываемый по часовой стрелке.

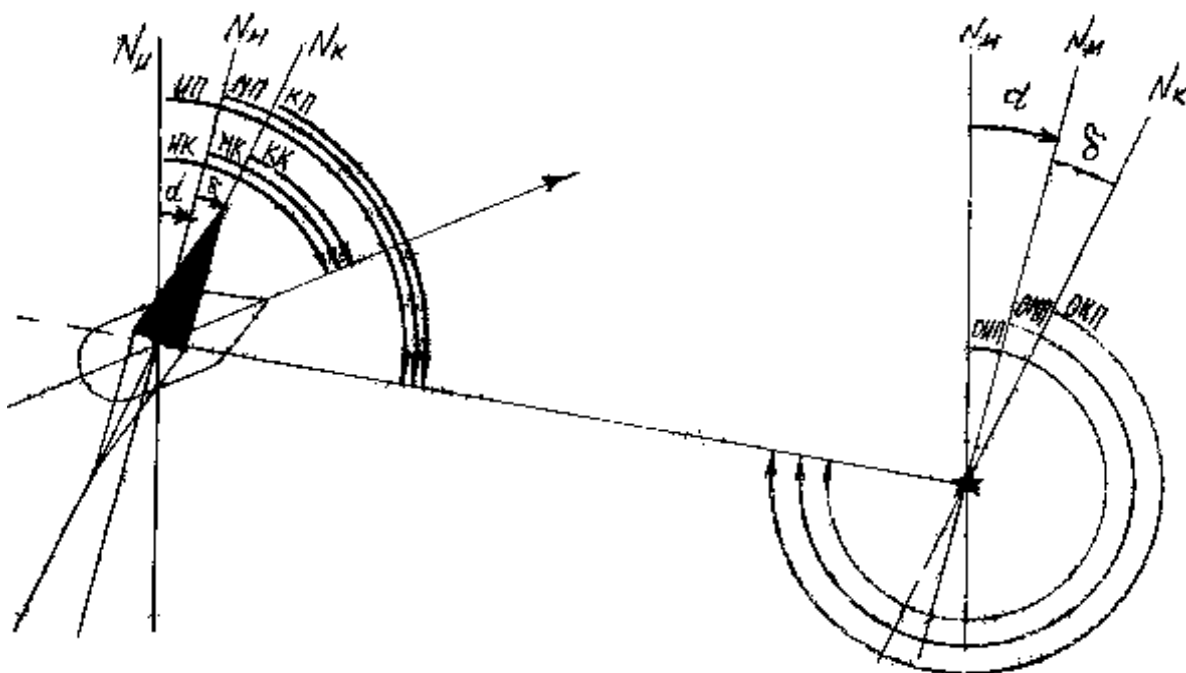


Рис. 8.6

Обратный магнитный пеленг – угол, который отличается от угла магнитного пеленга на  $180^\circ$ .

Между магнитными и компасными направлениями существуют определённые зависимости, которые штурман **обязан знать наизусть**. Задачи, связанные с этими зависимостями, в старину также назывались «жучками» (потому что чем-то на них похожи). Приведём эти зависимости (помня при этом, что курсы и пеленги изменяются от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ).

$$\left. \begin{aligned} ИК &= МК + d \\ ИП &= МП + d \\ ОИП &= ОМП + d \end{aligned} \right\} \quad (8.1)$$

$$\left. \begin{aligned} МК &= ИК - d \\ МП &= ИП - d \\ ОМП &= ОИП - d \end{aligned} \right\} \quad (8.2)$$



$$\left. \begin{aligned} MK &= KK + \delta \\ MP &= KP + \delta \\ OMP &= OKP + \delta \end{aligned} \right\} \quad (8.3)$$

$$\left. \begin{aligned} KK &= MK - \delta \\ KP &= MP - \delta \\ OKP &= OMP - \delta \end{aligned} \right\} \quad (8.4)$$

$$\left. \begin{aligned} \delta &= MK - KK \\ \delta &= MP - KP \\ \delta &= OMP - OKP \end{aligned} \right\} \quad (8.5)$$

$$\left. \begin{aligned} KP &= KK + КУ \\ KK &= KP - КУ \\ КУ &= KP - KK \end{aligned} \right\} \quad (8.6)$$

где ИК – истинный курс, МК – магнитный курс, КК – компасный курс, ИП – истинный пеленг, МП – магнитный пеленг, КП – компасный пеленг, ОИП, ОМП и ОКП – обратные истинный, магнитный и компасный пеленги.  $d$ - склонение  $\delta$ - девиация

**! Склонение  $d$  и девиация  $\delta$  используются во всех навигационных формулах со своими знаками (+ E) и (-W)!**

В случае, когда для отсчёта курсовых углов используется полукруговой счёт, то  $KK$  и  $KP$  находятся по формулам:

$$KP = KK \pm КУ \frac{\text{Пр/б}}{\text{Л/б}} \quad (8.7)$$

$$KK = KP \pm КУ \frac{\text{Л/б}}{\text{Пр/б}} \quad (8.8)$$

Если ориентир находится на траверзе судна (по курсовому углу  $90^\circ$ ), то компасный пеленг на него рассчитывается по формулам:

$$KP_{\perp} = KK \pm 90^\circ \frac{\text{Пр/б}}{\text{Л/б}} \quad (8.9)$$

$$OKP_{\perp} = KK \pm 90^\circ \frac{\text{Л/б}}{\text{Пр/б}} \quad (8.10)$$

В последних двух парах формул особое внимание следует обратить на наименования стороны борта (Пр/б и Л/б), которые меняются в зависимости от решаемой задачи. Опять же, для расчётов следует всегда рисовать «жучок» и определяться со знаками в формулах и величинами углов, полученных в результате. Существует масса частных случаев, когда без «жучка» просто невозможно сориентироваться.

В заключение данной главы хочется особенно отметить важность приведённых здесь формул. Они не раз нам ещё встретятся при решении самых разных штурманских задач. Запомнить их просто необходимо, да, впрочем, и несложно. Главное – понять систему их построения. А в этом помогут содержащиеся здесь рисунки. Техника проста. Берёшь листочек, смотришь на рисунок и пытаешься сам эти формулы вывести.

Когда это получилось (и формулы в точности совпали с книжными) – материал усвоен и освоен.

## 9. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МАГНИТНО-КОМПАСНОГО ДЕЛА

В этой главе мы немного отойдём от собственно навигации и разберём основы работы с самим магнитным компасом. Что и говорить, сам по себе магнитный компас сегодня – явный анахронизм, но явный – лишь на первый взгляд. Во-первых, на море всегда применялся, и будет применяться принцип дублирования (скептики могут сказать – перестраховки, да пусть их...), а во-вторых, на спасательных шлюпках компасы стоят только магнитные, а этими самыми шлюпками и в наш век прогресса пользуются гора-а-а-здо чаще, чем думают далёкие от флота люди. Следовательно, магнитный компас, на деле – вовсе не анахронизм, а прибор, от работы которого зависят и ещё очень долго будут зависеть жизни людей. Посему материал, здесь изложенный, на практике необходим. Проникнись, читатель! К тому же это - ещё одно чисто штурманское заведение, которое нужно уметь содержать в порядке.

Магнитные компасы подразделяются на:

**Главный компас**, который устанавливается на верхнем мостике в диаметральной плоскости судна. При этом стараются установить его таким образом, чтобы обеспечить с этого места наибольший обзор по кругу горизонта. В недалёком прошлом именно по главному компасу брали пеленги на береговые ориентиры, поэтому до сих пор верхнюю палубу, где он установлен, часто называют пеленгаторной палубой или пеленгаторным мостиком. В те же самые времена по этому компасу выходили на заданный курс, ведь гирокомпасы стояли не везде.

На современных судах только главный компас на судне и стоит, от него к месту рулевого устроена специальная оптическая система, вроде перископа, с помощью которой рулевой или штурман всегда могут снять значение магнитного курса, а при необходимости и вести судно, используя только магнитный компас.

**Путевой компас**, который устанавливался в рулевой рубке. По нему, после сличения с главным компасом, штурман задавал курс рулевому и тот, соответственно по заданному курсу судно и вёл. Сейчас путевые магнитные компасы встречаются только на очень маленьких, или очень старых судах. На современном мостике рулевой ориентируется по репитеру гирокомпаса. Но до сих пор всегда, после того, как судно ляжет на новый курс, рулевой докладывает штурману значение курса магнитного (снятое с «перископа»), чтобы в случае выхода из строя гирокомпаса, было по чему дальше «ехать».

**Шлюпочные компасы**, как ясно из названия, устанавливаются на шлюпках. Это единственный курсоуказатель для спасающихся на шлюпке людей, поэтому содержать его нужно в идеальном порядке всегда (да и руководящие документы и международные конвенции этого требуют).

Перечисленные компасы отличаются размерами, а сам принцип у всех одинаков. Итак, магнитный компас (рис. 9.1) состоит из:

1. нактоуз (у больших компасов)
2. котелок с картушкой
3. девиационный прибор (на больших компасах)
4. защитный колпак (как правило, со смотровым прозрачным окошком) – на рисунке не показан.
5. пеленгатор

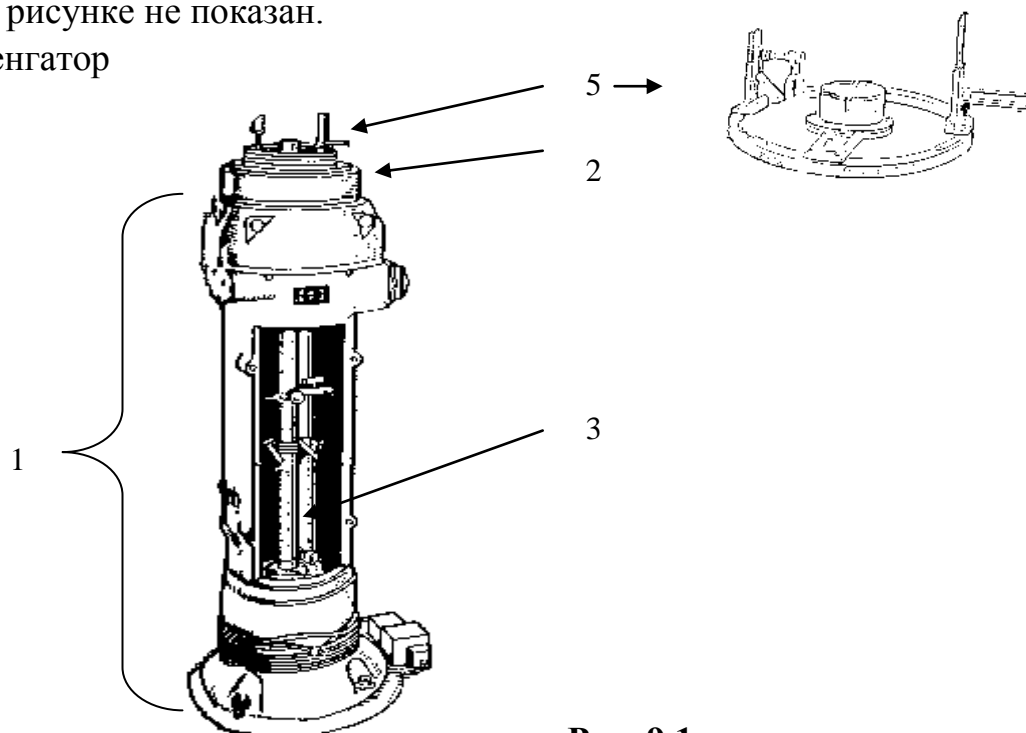


Рис. 9.1

**Нактоуз** изготавливают (рис. 9.2) из немагнитного сплава (чаще всего из силумина). Это, попросту говоря, основание, на которое установлен магнитный компас (но, повторяю, достаточно большой компас, главный или путевой, к примеру). Деталь эта составная. На *нижнее основание* (1) нактоуза (которое закреплено на палубе через специальную, в основном, деревянную, подушку болтами) устанавливается и крепится *корпус* (2), на который, в свою очередь, устанавливается и крепится *верхнее основание* (3). В верхнем основании нактоуза особым образом установлены специальные бруски железа, которые используются для уничтожения девиации (к слову заметим, четвертной девиации – но об этих частностях – позже). На верхнее основание устанавливается и также крепится котелок компаса с картушкой (4). В верхнем основании находятся и электрическая схема для освещения донной части котелка.

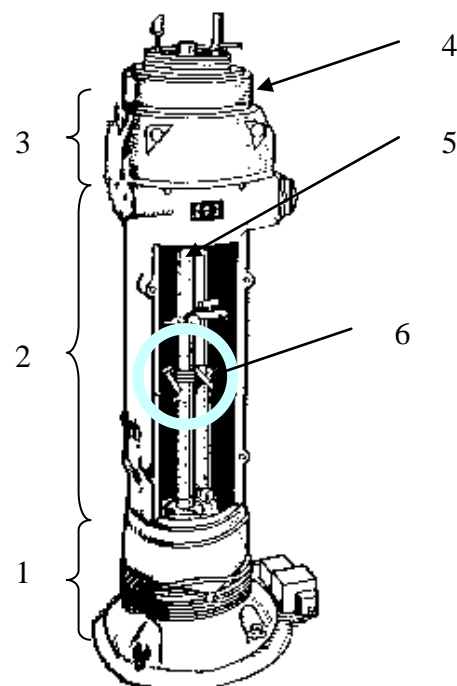


Рис. 9.2

Само по себе верхнее основание может вращаться в горизонтальной плоскости на угол в  $12^\circ$ . Внутри корпуса монтируется так называемый девиационный прибор (5), представляющий из себя вертикальный полый штырь, на котором в передвижных держателях (6) (которые называются каретками) закрепляются (с возможностью изменения положения относительно каретки) магниты-уничтожители. Этот прибор применяется также для уничтожения девиации. Для доступа к нему в корпусе имеется съёмная крышка. Образно говоря, нактоуз – это руки, держащие и оберегающие наш компас. (Заметим для ясности, что подобная деталь у репитеров гирокомпасов называется пелорусом).

**Котелок компаса** – он, в принципе, котелок и есть, по крайней мере, похож. Он изготовлен (рис 9.3) также из немагнитного сплава (в основном, латуни) и состоит из двух камер – основной (1) и дополнительной (2). Камеры между собой сообщены отверстием (3), находящимся в нижней части основной камеры. В центре нижней камеры на трёх радиусах (это как бы такие перемычки, идущие от краёв окружности отверстия (3) к его центру) устанавливается колонка (4), в которую, в свою очередь, ввинчена компасная шпилька (5) с наконечником из достаточно твёрдого металла. На шпильке стоит картушка компаса. К внутренним стенкам основной камеры крепятся носовая и кормовая курсовые нити (6), выполненные из латунной проволоки. Через эти нити проходит продольная плоскость котелка.

ка, которая при установке компаса должна совпадать с диаметральной плоскостью судна, или быть ей параллельной. По носовой нити отсчитывают курс судна. Дном дополнительной камеры служит латунная диафрагма (7), которая может прогибаться и за счёт этого изменять объём самой дополнительной камеры. В центре диафрагмы крепится стекло в оправе (8), через которое подсвечивается нижняя часть котелка компаса и втулка с герметичной пробкой (9), которая предназначена для замены шпильки. Винты (10) крепят к нижней части котелка чашку со свинцовым грузом (11) для придания всей конструкции большей устойчивости при качке. В этой же чашке имеется встроенный патрон с электрической лампочкой (12) для подсветки. Свет от неё проходит через стекло, отверстие (3) и рассеивается отражателем (13) к краям картушки, освещая её. Сверху котелок герметично закрыт стеклом (14), прижатым, также сверху, азимутальным кольцом (15), на которое нанесены те самые часто упоминаемые в самом начале книги 360. По азимутальному кольцу отсчитывают курсовые углы (потому оно и ориентировано также по диаметральной плоскости судна). Сам котелок устанавливается в верхнем основании нактоуза на специальный карданный подвес при помощи двух осей (16), укрепленных в продольной плоскости котелка. Потому-то котелок остается практически всегда в горизонтальном положении при качке судна. Отметим здесь, в качестве лирического отступления, что яхтенные магнитные компасы такой сложности конструкции не отличаются, вследствие чего и менее точны. Современные яхтсмены «едут» в открытом море, чаще всего, используя возможности GPS.

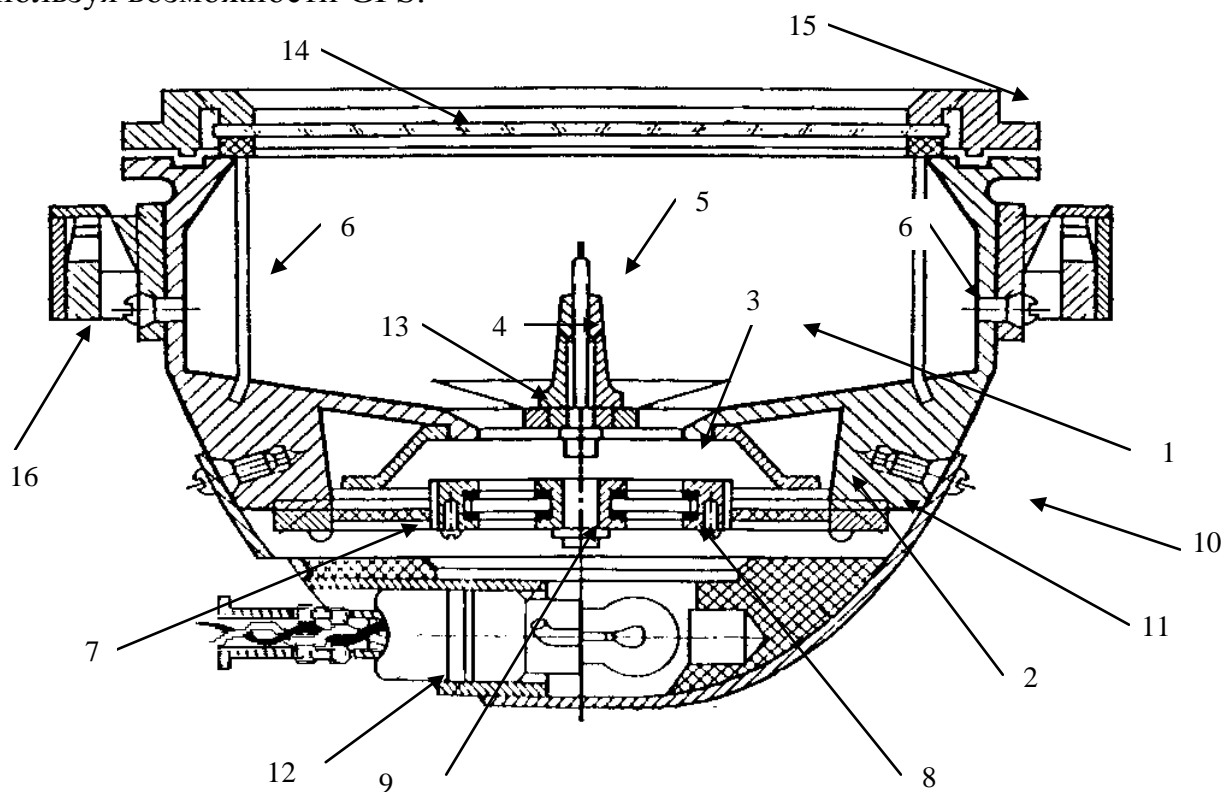


Рис.9.3

В котелок заливается компасная жидкость, являющаяся антифризом (т.е. не замерзает при отрицательных температурах). Эта жидкость может доливаться по мере образования воздушных пузырей через специальное отверстие в дополнительной камере, которое в обычном рабочем состоянии закрыто герметичной пробкой. Состав компасной жидкости для разных типов компасов – соответственно, свой. Он приводится в технической документации на компас.

**Картушка** (рис. 9.4) – основная часть компаса. Можно сказать – что это и есть та магнитная стрелка, о которой мы уже говорили. Но на самом деле картушка – сложная деталь. Она состоит из полого поплавка (1) к нижней части которого припаяны латунные пеналы с шестью магнитными стрелками (2). Эти стрелки ориентированы параллельно и симметрично диаметру самой картушки.

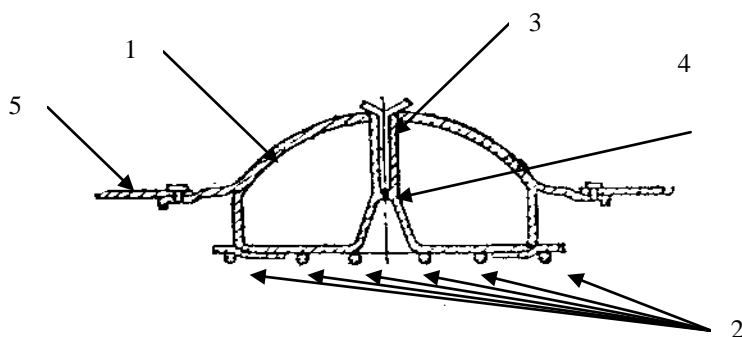


Рис. 9.4

Они и разворачивают картушку по направлению линии напряжённости суммарного магнитного поля (по компасному меридиану). В центре самого поплавка выполнена полость, куда вставлена и закреплена винтом (3) специальная «подушка», которой картушка опирается на компасную шпильку. Эта «подушка» называется топкой (4). Изготовлена топка из агата. К верхней части поплавка крепится латунный обод, на который устанавливается диск из слюды с наклеенным на него бумажным диском (5). На этом бумажном диске нарисованы градусы, а также главные и четвертные румбы (рис. 9.5).

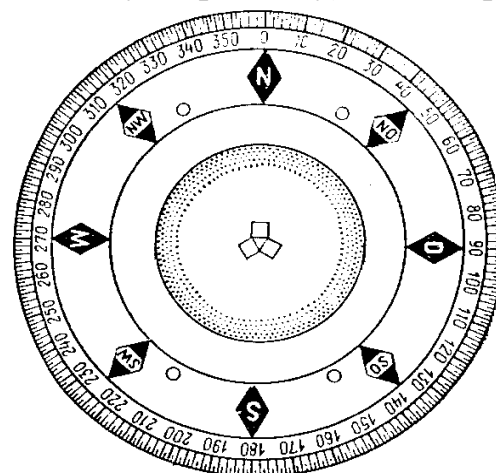
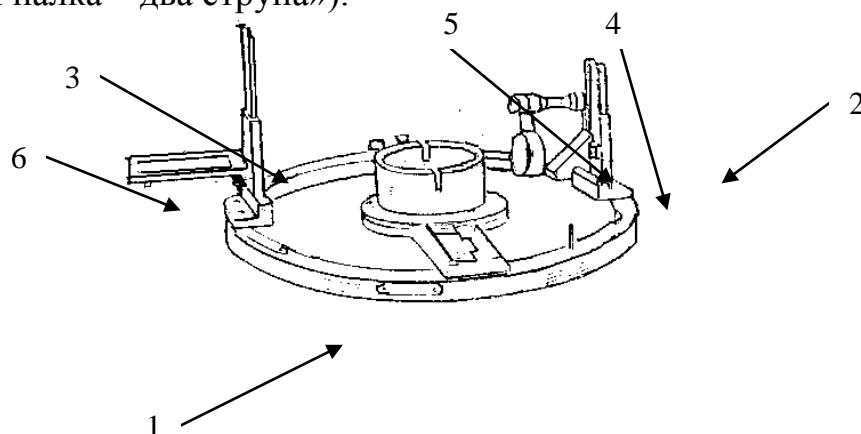


Рис. 9.5

**Пеленгатор** (рис. 9.6) применяется для взятия по магнитному компасу пеленгов и курсовых углов на различные ориентиры. Пеленгатор состоит из основания (1), глазной мишени (2), предметной мишени (3). На глазную мишень для удобства отсчета показаний компаса установлена призма (4), к основанию которой крепится стойка со светофильтрами (5).

Предметная мишень выполнена в виде подвижной рамки с натянутой посередине проволокой. На саму рамку установлена колодка с откидывающимся тёмным зеркалом (6), которое применяется для пеленгования небесных светил. Плоскость, проходящая через прорезь глазной и нить предметной мишени, называется визирной плоскостью. (Это мы говорим об обыкновенном, не оптическом пеленгаторе, в обиходе иногда называемом «один палка – два струна»).



**Рис. 9.6. Обыкновенный пеленгатор**

Основанием пеленгатор устанавливается на азимутальный круг котелка компаса. Он должен свободно поворачиваться, позволяя наводить мишени на необходимый нам ориентир. На подавляющем большинстве магнитных компасов для удобства снятия отсчётов деление  $0^\circ$  на азимутальном кольце котелка сдвинуто на  $30^\circ$  влево от диаметральной плоскости. На пеленгаторах, применяемых с такими компасами индекс нанесён слева от глазной мишени, так же на  $30^\circ$ .

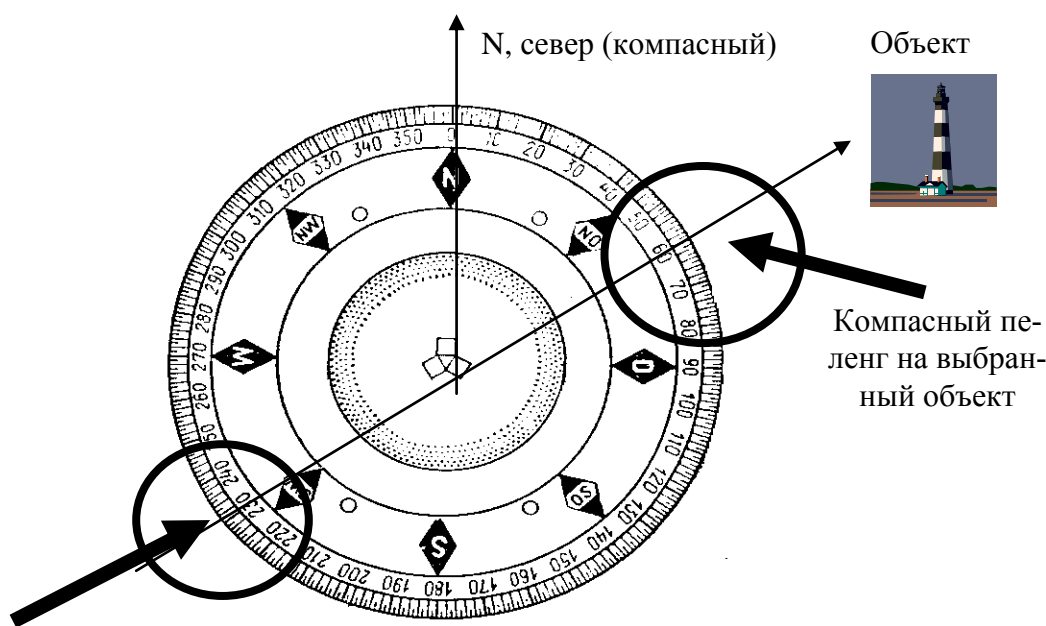
Гораздо реже на магнитных компасах применяются оптические пеленгаторы различных систем. Они очень удобны, так как позволяют видеть увеличенное изображение ориентира.

Теперь, когда мы, в общих чертах, ознакомились с устройством магнитного компаса, можно перейти к правилам работы и обращения с ним.

Курс по магнитному компасу снимается двумя способами. Первый и ныне самый распространённый – это напрямую с упоминавшегося выше «перископа», не выходя из рулевой рубки (рис. 9.7). Оптическая система перископа устроена таким образом, что в смотровом окошке прямо видно значение курса с картушки. Если снимать значения непосредственно «наверху», на пеленгаторной палубе, то нужно стать возле компаса со стороны кормы и заметить градусное деление картушки, находящееся под носовой курсовой чертой. Есть небольшая хитрость при взятии пеленгов с помощью магнитного компаса. Сама процедура обычная: навели пеленгатор на предмет (смотрим в глазную мишень, а наводим предметную мишень так, чтобы её нить проходила через середину ориентира). Смотрим в этот

момент на призму, находящуюся у предметной мишени. В ней будет виден отсчёт значения пеленга по картушке.

**Внимание!** Снятый пеленг будет являться *обратным компасным пеленгом ориентира*, потому что в призму видно деление картушки, которое находится не со стороны предмета (считая от центра картушки), а напротив, то есть развёрнуто относительно центра на  $180^\circ$ . А мы помним ещё из первых глав, что мы *всегда находимся в центре картушки*. Для лучшего понимания происходящего можно снова нарисовать предметы, направления, картушку, и тогда всё будет наглядно видно.



Обратный компасный пеленг на выбранный объект, тот самый, который мы снимаем при помощи обыкновенного пеленгатора

Рис. 9.7

Курсовой угол при помощи магнитного компаса теперь берётся довольно редко, но знать, как это делается, мы должны. А делается это просто, практически точно так же, как при взятии пеленга. Наводим пеленгатор на объект, а значение курсового угла снимаем с азимутального круга, при этом используем индекс пеленгатора, находящийся слева от глазной мишени. Против этого индекса – наше значение. (Мы ещё не забыли, что и азимутальный круг, и упомянутый «левый» индекс пеленгатора смещены относительно диаметральной плоскости судна на  $30^\circ$ ).

Теперь несколько слов об обслуживании магнитных компасов. Сложные ремонты производятся в береговых условиях в специализированных и обязательно соответствующим образом сертифицированных мастерских. На судне приходится бороться со следующими проблемами:



- появление воздушного пузыря в компасной жидкости;
- застой компаса;
- уничтожение (хотя правильнее будет сказать – уменьшение) значения девиации.

Если в жидкости появился воздушный пузырь (его сразу и очень хорошо видно под стеклом), нужно аккуратно достать котелок компаса из нактоуза и плавно перевернуть вверх дном. Затем котелок очень осторожно и плавно нужно покачать в руках. Во время такого покачивания пузырёк уходит в дополнительную камеру. Затем котелок, опять же очень аккуратно, переворачивают в нормальное положение. Пузырёк во время переворачивания задерживается в дополнительной камере и там и остаётся. Однако таким способом удалить пузырь удаётся не всегда, например, если он довольно большого размера (что свидетельствует уже о недостатке компасной жидкости). В этом случае через специальное отверстие компасную жидкость доливают в котелок.

Застой компаса определяется также визуально. Движения картушки при этом становятся не очень плавными, она крутится как-бы рывками. В более тяжелых случаях при значительном изменении курса картушка определённое время вообще не трогается с места, а потом «пытается» занять новое положение. Причина тут в том, что компасная шпилька изнашивается, притупляется её конец, на который опирается топка, он принимает неправильную форму, что, в совокупности, увеличивает силу трения топки об иглу. Следовательно, иглу нужно сменить. Для этого также снимают котелок, аккуратно переворачивают его и кладут вверх грузом на ровную поверхность. Винты (10) (см. рис. 9.3) вывинчиваются и чашка с грузом снимется, открывая доступ к пробке диафрагмы (9). Пробка вывинчивается. В образовавшееся отверстие вставляют специальную отвёртку из комплекта ЗИП компаса и вывинчивают шпильку *против часовой стрелки!* Отвёртка сама выглядит как навинчивающаяся деталь (в её нижней части можно легко увидеть резьбу). Это потому, что при вращении отвёртки она сама по себе навинчивается на нижнюю часть шпильки, а только потом начинает вывинчивать шпильку из колодки, что замечается из-за необходимости прикладывать для этого большее усилие. Важно знать, что прикасаться пальцами к острию шпильки *нельзя ни в коем случае!*

О том, что такое девиация, мы уже говорили в главе, посвященной земному магнетизму. Но там мы лишь слегка коснулись данной, зело хитростной, темы, дав общие определения. А тема-то и непростая, посему придётся посвятить ей ещё одну отдельную главу.

## 10. ДЕВИАЦИЯ МАГНИТНОГО КОМПАСА, СПОСОБЫ ЕЁ УМЕНЬШЕНИЯ. ТАБЛИЦЫ ДЕВИАЦИИ

Вообще говоря, совсем уж подробно тему девиации магнитного компаса мы рассматривать не будем, потому что ей просто по объёму не уместиться в этой книжке. Довольно полно она освещена в отдельных изданиях, таких, например, как «Магнитно-компасное дело», Рыбалтовский Н.Ю. (Водтрансиздат, 1952), «Девиация магнитных компасов на корабле», Королевич В.С. (Водтрансиздат, 1949), «Практическое определение и уничтожение девиации», Королевич В.С. (Морской Транспорт, 1953), и др. Но необходимый минимум теоретической и практической информации я постараюсь дать.

Ранее мы говорили о девиации, как таковой, имея в виду суммарное значение (равнодействующую) сил, заставляющих стрелку магнитного компаса отклоняться от направления на северный магнитный полюс земли. При уничтожении (уменьшении) девиации на судне работы проводятся в несколько этапов, в ходе которых судоводители и девиаторы (это такая отдельная морская профессия – люди, исключительно занимающиеся определением и уничтожением девиации) определяют и пытаются уничтожить влияние этих самых составляющих, последовательно, одну за одной. Тут же необходимо будет оговориться, что в наше время подход к девиации несколько упростился, и вышеназванные работы на обыкновенных транспортных судах в полном объёме не производятся, используются упрощённые методы. Но кто знает, куда, дорогой читатель, занесёт тебя морская судьба?

Для начала ознакомимся с силами, действующими на компасную стрелку.

- суммарная сила земного магнетизма, направлена по магнитному меридиану. По ней стрелка и ориентируется и, если бы не другие силы, стрелка бы показывала точно на магнитный норд. Ясно, что эта сила никакой девиации не образует.

- силы собственных магнитных полей судового мягкого железа, некоторые из которых дают постоянную, неуничтожимую девиацию, а некоторые – четвертную, уничтожаемую с помощью мягкого железа нактоуза компаса;

- изменения равнодействующей магнитного поля судна при его крене (креновая девиация).

- силы магнитных полей твёрдого и частично мягкого судового железа, дающие полукруговую девиацию и компенсируемые продольными и поперечными магнитами-уничтожителями.

Здесь необходимо объяснить сам принцип действия магнитов-уничтожителей и брусков железа. Дело в том, что современные морские суда изготовлены из стали, и их собственное магнитное поле очень велико.

Магниты-уничтожители и специальное железо призваны локально скомпенсировать его действие на картушку магнитного компаса (локально – это значит непосредственно вблизи компаса). Они устанавливаются таким образом, что действие их магнитных полей на картушку равно по значению, но противоположно по направлению действию на неё магнитных полей судового железа.

Отметим здесь, что значения большинства из названных сил можно измерить при помощи специального прибора – дефлектора. На его использовании мы здесь останавливаться не будем, потому что для получения действительно верных отсчётов, которые могут быть использованы в практических действиях, необходим навык, который невозможно приобрести в процессе обычной современной эксплуатации судна. Такие приборы, случается, как раз профессиональные девиаторы и используют.

Тут нам также необходимо коснуться ещё одного прибора, применяемого в магнитно-компасном деле. Это судовой инклинометр. Он применяется для **уничтожения креновой девиации**. Обязательным условием его применения является отсутствие вблизи судна магнитных аномалий или скопления массивов железа (затонувшие суда, металлические портовые сооружения, суда, ошвартованные по соседству).

При помощи инклинометра измеряется величина магнитного наклона *на берегу вблизи судна*. Затем, вернувшись на судно, положить последнее на курс  $90^\circ$  или  $270^\circ$  и установить инклинометр в нактоуз на место предварительно вынутого котелка. В верхнем основании нактоуза находится креновая магнит. Изменяя его положение, доводим показания инклинометра до берегового значения, затем инклинометр убираем, а котелок ставим на место. При следовании судна в море значение магнитного наклона снимется с карты. До этой вычисленной нами величины мы «доводим показания» инклинометра, работая креновым магнитом.

В практике эксплуатации морских судов девиацию уничтожают уже упоминавшиеся специалисты – девиаторы. И производится такая операция на специально оборудованной для этой цели морской акватории – девиационном полигоне. В оборудование полигона входят, главным образом, несколько створов, магнитные пеленга которых известны.

Существуют также специальные полигоны, на которых установлено размагничивающее оборудование, уменьшающее электромагнитную девиацию, но такие работы проводятся, в основном, на военных кораблях. (В скобках замечу, просто так, для общего развития, что суда гражданские моряки так и называют – *суда*, а вот военные – это обязательно *корабли*, за исключением судов вспомогательного флота, которые, как правило, не несут вооружения).

На практике девиацию уменьшают в следующей последовательности:

1. Уничтожается креновая девиация (описанным выше способом при помощи инклинометра или способом Колонга с использованием дефлектора).
2. Уничтожается полукруговая девиация.

**Первый способ (по сравнению с гирокомпасом)**

- По *магнитному* компасу ложатся на компасный курс  $0^\circ$  или  $180^\circ$ .
- Замечают по гирокомпасу курс  $ГКК_1$ .
- По *гирокомпасу* ложатся на обратный курс  $ГКК_1 + 180^\circ$  и замечают при этом курс по магнитному компасу  $МК_{обр1}$ . Если девиации нет, то он и будет равен или  $0^\circ$ , или  $180^\circ$ , а если есть, то он будет равен какой-то величине  $X^\circ$ .

$$X^\circ = МК_{обр1}; \quad МК_{обр1} = 180^\circ \pm 2 \delta_1 \quad \text{или} \quad 0^\circ \pm 2 \delta_1,$$

где  $\delta_1$  – значение полукруговой девиации на данных курсах.

- Находят значение  $|\delta_1| = (МК_{обр1} - 180^\circ \text{ (или } 0^\circ)) : 2$ .
- Поперечными магнитами-уничтожителями доводят курс по магнитному компасу до значений:  $180^\circ \pm \delta_1$  (или  $0^\circ \pm \delta_1$ ).
- Ложатся по магнитному компасу на компасный курс  $90^\circ$  (или  $270^\circ$ ) и замечают по гирокомпасу курс  $ГКК_2$ .
- По гирокомпасу ложатся на обратный курс  $ГКК_2 \pm 180^\circ$  и замечают курс по магнитному компасу  $МК_{обр2}$ . Если девиации нет, то он и будет равен или  $270^\circ$ , или  $90^\circ$ , а если есть, то

$$МК_{обр2} = 270^\circ \pm 2 \delta_2 \quad \text{или} \quad 90^\circ \pm 2 \delta_2,$$

где  $\delta_2$  – значение полукруговой девиации на данных курсах.

- Находят значение  $\delta_2$ ,  $|\delta_2| = (МК_{обр2} - 270^\circ \text{ (или } 90^\circ)) : 2$
- Продольными магнитами-уничтожителями доводят курс по магнитному компасу до значений:  $270^\circ \pm \delta_2$  (или  $90^\circ \pm \delta_2$ ).

**Второй способ (способ Эри):** на курс ложатся по компасу, поправка которого известна (например, по гирокомпасу).

- Ложатся на магнитный курс  $0^\circ$  (или  $180^\circ$ ) и поперечными магнитами-уничтожителями доводят девиацию до нуля.
- Ложатся на магнитный курс  $180^\circ$  (или  $0^\circ$ ), определяют девиацию (по вышеприведенным формулам) и уменьшают её в два раза тоже поперечными магнитами-уничтожителями.
- Ложатся на магнитный курс  $90^\circ$  или  $270^\circ$  и продольными магнитами-уничтожителями доводят девиацию до нуля.
- Ложатся на магнитный курс  $270^\circ$  (или  $90^\circ$ ), определяют девиацию (по тем же формулам) и уменьшают её в два раза тоже продольными магнитами-уничтожителями.

Необходимо обратить внимание на то, что судно должно лечь на заданный магнитный курс, тогда, как истинное значение девиации его компаса на этом курсе не известно. Для решения данной задачи применяются

створы, магнитный пеленг, на который известен или отдалённый ориентиры (например, небесные светила, магнитный пеленг на которые рассчитывается). При этом подразумевается, что поправка гирокомпаса известна.

Значение магнитного склонения  $d$  также известно (измерено или, что обычно, снято с карты). При расчётах применяются формулы:

$$MK=IK - d; MP=IP - d; MK=KK + \delta, \text{ (в данном случае } KK=ГКК)$$

И другие, приведённые в главе «Основы теории земного магнетизма и их практическое применение в морской навигации».

### ***Третий способ (способ четырёх компасных пеленгов)***

- По компасу ложатся на курс  $0^\circ$  или  $180^\circ$ , берут пеленг на отдалённый объект;

- По компасу ложатся на курс  $180^\circ$  или  $0^\circ$ , берут пеленг на тот же самый отдалённый объект. Получают осреднённое значение пеленга сложением двух полученных пеленгов и делением этой суммы на 2.

- Поперечными магнитами-уничтожителями доводят последний пеленг до полученного значения.

- По компасу ложатся на курс  $90^\circ$  или  $270^\circ$ , берут пеленг на отдалённый объект;

- По компасу ложатся на курс  $270^\circ$  или  $90^\circ$ , берут пеленг на тот же самый отдалённый объект. Получают осреднённое значение пеленга сложением двух полученных пеленгов и делением этой суммы на 2. Продольными магнитами-уничтожителями доводят последний пеленг до полученного значения.

3. Уничтожается четвертная девиация. Производится в настоящее время, в основном, только специалистами с помощью специально подобранных брусков мягкого железа, устанавливаемых в верхнем основании нактоуза компаса на уровне магнитных стрелок. При этом компенсируются индукционные явления, вызывающие четвертную девиацию.

4. Определяется остаточная девиация и составляется таблица остаточной девиации, которая, в дальнейшем, используется при плавании. Необходимо отметить, что такая таблица (в обиходе называемая просто таблица девиации) выдаётся именно девиатором и скрепляется его личной печатью. Она является официальным документом и действительна полгода. По истечению означенного срока, а также после ремонта или длительной стоянки девиационные работы повторяются, и выдаётся новая таблица. Иногда случается, что у судна нет возможности в срок пригласить девиатора.

Тогда, по решению капитана девиацию пытаются уменьшить своими силами и составляют также таблицу девиации, которая подписывается капитаном. Но юридически это – полумера, большинство проверяющих по данному факту напишут судну замечание. Однако лучше предпринять полумеру, чем вообще ничего. И большинство – это не все, так что появляется хоть какой-то шанс избежать неприятностей.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ДЕВИАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ДЕВИАЦИИ

Способов определения девиации существует достаточно много. Нам, на самом деле, совсем не обязательно знать их все, поэтому остановимся на наиболее употребительных. Здесь опять же понадобятся: створы и отдалённые ориентиры, гирокомпас с определённой поправкой и пеленгатор. Необходимо помнить, что картушка компаса после поворота судна не сразу устанавливается по новому компасному меридиану, ей необходимо время, около 5 минут, чтобы её положение стабилизировалось (иначе говоря – картушка обладает инерционностью). Следовательно, на каждом курсе судно должно лежать минимум это время. Сначала нам нужно рассчитать значения гирокомпасных курсов, соответствующие главным (N,S,E,W) и четвертным (NE, SE, SW, NW) магнитным курсам в районе расположения створа.

$GKK = IK - (\pm \Delta GK); MK = IK - (\pm d)$ , следовательно,

$$GKK = MK + (\pm d) - (\pm \Delta GK). \quad (10.1)$$

Например, имеем  $d = +3^\circ$ ,  $\Delta GK = +1^\circ$ , нужно рассчитать гирокомпасный курс, чтобы, следуя им, судно лежало на магнитном курсе  $270^\circ$ .

Тогда, подставляя в формулу (10.1) числовые значения, получим:  $270^\circ + (+3^\circ) - (+1^\circ) = \underline{272^\circ}$ . Таким курсом по гирокомпасу нужно следовать, чтобы при этом лежать на магнитном курсе  $270^\circ$ . Точно по такой же схеме рассчитывают и остальные курсы.

Самый распространённый способ определения девиации – с помощью створов. Судно ложится последовательно на курсы, соответствующие главным и четвертным румбам (причем в момент пересечения створа оно должно следовать данным курсом не менее 5 минут!). В момент пересечения створов на них берётся пеленг по магнитному компасу (и так восемь раз!). Магнитный пеленг створа нам известен

$$MP_{\text{створа}} = ИП_{\text{створа}}(\text{снятый с карты}) - d_{\text{(склонение, снятое с карты и приведенное к году плавания)}}$$

Девиацию считаем по формуле:  $\delta = MP - KP$ .

На карте наши движения будут выглядеть примерно так (рис. 10.1).

Удобно определить девиацию, если судно стоит на якоре и на достаточном удалении (около 5 миль) находится точечный ориентир. Как известно, судно на якоре под действием ветра и течения перемещается (крутится, попросту, вокруг якоря). При этом курсы, ясное дело, изменяются. Вахтенный помощник в момент, когда судно находится на одном из вышеназванных курсов, берёт пеленг на отдалённый ориентир по магнитному компасу (и так снова восемь раз – по количеству курсов). (А можно и машиной подработать, чтобы развернуть судно как надо). Когда все восемь пеленгов «соберутся», рассчитывают девиацию, применяя те же са-

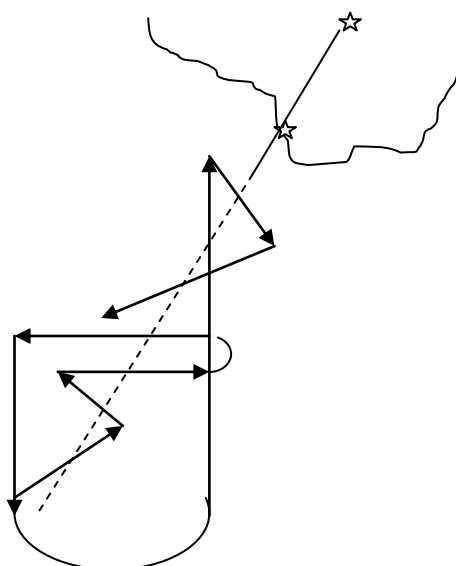


Рис. 10.1

мые формулы. А сам пеленг на предмет (при условии, что местоположения судна надёжно определено) снимается с карты и пересчитывается в магнитный:  $МП = ИП - d$ .

После определения девиации на главных и четвертных курсах составляется **таблица остаточной девиации**. Аргументом для входа в неё служит компасный курс. Он берётся с промежутком (технически говоря – шагом или интервалом) в  $10^\circ - 15^\circ$ . Значения девиации для промежуточных курсов находятся арифметически простым интерполированием.

$\delta, ^\circ$	КК, $^\circ$	КК, $^\circ$	$\delta, ^\circ$
+1,1	360	0	+0,4
+1,1	350	10	+0,6
+1,2	340	20	+0,8
+1,3	330	30	+1,0
+1,4	320	40	+1,2
+1,0	310	50	+1,5
+1,0	300	60	+1,7
+0,8	290	70	+1,6
+0,5	280	80	+1,3
0,0	270	90	+1,2
-0,5	260	100	+1,0
-0,8	250	110	+0,7
-0,9	240	120	+0,5
-1,0	230	130	+0,3
-1,2	220	140	+0,2
-1,3	210	150	+0,1
-1,2	200	160	0,0
-1,1	190	170	-1,0
-1,0	180	180	-1,0

Теперь необходимо обязательно отметить один практический аспект рассматриваемой темы. И пусть при этом особенно педантично настроенные судоводители меня не осуждают. Я не утверждаю, что то, о чём я буду говорить ниже, происходит всегда и у всех. У меня происходило.

Итак, пришло время, пришел девиатор. Определили мы девиацию, что смогли – уничтожили, таблицу составили – всё, как полагается. В идеале теперь мы, казалось бы, можем спокойно пользоваться (при особом желании, конечно) магнитным компасом, зная девиацию и склонение. Да не тут-то было! Идём мы себе в море, идём, определяем каждую вахту поправки компасов (в соответствии с требованиями нормативных документов) и вдруг обнаруживаем, что фактически определённая величина девиации довольно значительно отличается от табличной.

Не берусь объяснять, почему так происходит – неинтересно мне это, но проверки в портах проходить нужно, а проверяющие нередко производят сличения компасов и сравнение полученных значений с табличными. (Разница не должна превышать двух градусов). А у нас ещё как превышает! Что делать? Если позволяет время, попытаться «подогнать» показания магнитного компаса к табличным при помощи мягкого железа (в крайнем случае – и магнитов-уничтожителей). Особо добросовестные при этом могут заметить первоначальное положение брусков и по прохождении инспекции вернуть их на место. (Правда, магнитная теория – дело тонкое, и вернув эти штуки на место, предыдущую ситуацию не восстановить – изменяются значения магнитных полей после частичного перемагничивания. Но величины этих изменений – не сильно заметны).

## 11. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАВИГАЦИИ. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ. ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ

Данная глава является, в своём роде, обобщающей. Здесь мы ещё раз повторим и систематизируем некоторые понятия, с которыми уже сталкивались в предыдущих главах и узнаем кое-что новое.

**Земная ось** – ясно из названия. Это воображаемая ось (или линия, кому как нравится), вокруг которой вращается Земной шар.

**Географические полюса (северный и южный)** – места пересечения земной оси с поверхностью Земного шара. Обозначаются  $P_N$  и  $P_S$ .

**Большой круг** – круг на поверхности земли, образованный при пересечении Земного шара любой плоскостью, **проходящей через его центр.**

**Малый круг** – любой круг на поверхности земли, образованный при пересечении Земного шара любой плоскостью, **НЕ проходящей через его центр.**

**Меридианы** – большие круги, проходящие через географические полюса.



**Гринвичский меридиан (Гринвич)** – меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию, принятый, как начало отсчета меридианов, нулевой меридиан.

**Меридиан наблюдателя** – меридиан, проходящий через наблюдателя (наше судно) в точке нахождения последнего на земной поверхности.

**Экватор** – большой круг, плоскость которого перпендикулярна земной оси. Обозначается – EQ.

**Параллель** – малый круг, плоскость которого параллельна плоскости экватора.

**Географическая широта места** – угол от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , измеренный между линией, проведённой из места наблюдателя до центра Земли и плоскостью экватора. (Очевидно, что каждому определённому значению такого угла будет соответствовать бесчисленное множество точек на земной поверхности. Эти точки и образуют соответствующую параллель данной определённой широты). Широтам придаются наименования того полушария, в котором они измеряются (северного или южного). Отсюда и сама широта бывает северной или южной. Обозначается  $\varphi_N$  (северная) и  $\varphi_S$  (южная). Следует добавить для пущей ясности, что параллели на карте наносятся горизонтальными линиями, и каждая из них соответствует определённой, указанной широте. То есть широта характеризуется параллелью (рис. 11.1).

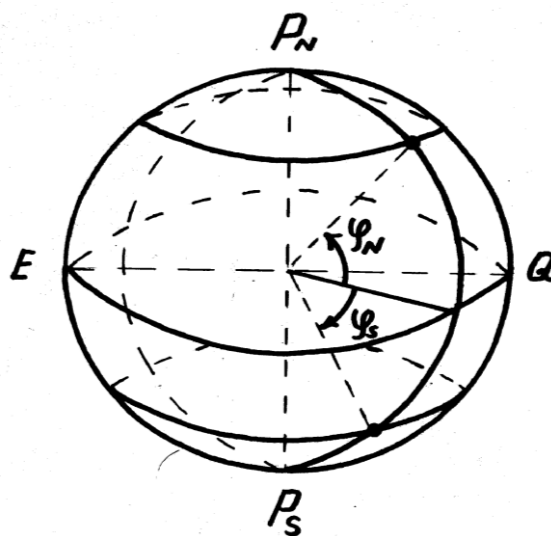


Рис. 11.1. Географическая широта места

**Географическая долгота места** (рис. 11.2) – угол от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , измеренный между плоскостью Гринвичского меридиана и плоскостью меридиана наблюдателя. Раз это угол между плоскостями, то ясно, что он является двугранным углом. Однако для наглядности мы на практике отсчитываем угол между отрезком, проведённым из точки пересечения

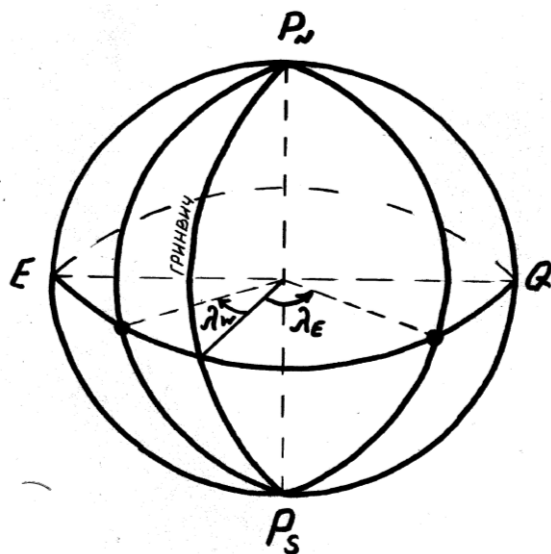


Рис. 11.2. Географическая долгота места

экватора гринвичским меридианом в центр земного шара и отрезком, проведённым из центра земного шара в точку пересечения экватора меридианом наблюдателя. Ясно также, что значения долготы будут одинаковы в каждой точке данного меридиана наблюдателя. Иными словами – долгота характеризуется меридианом. Долготе также придаются наименования полушарий, но только западного (к западу от Гринвича) и восточного (к востоку от Гринвича). Следовательно, долгота бывает западная и восточная. Обозначаются долготы –  $\lambda_E$  (восточная) и  $\lambda_W$  (западная).

**Разность широт (РШ)** (рис. 11.3) – это измеренная в градусах величина отрезка дуги меридиана (любого), находящегося между параллелями двух точек на поверхности Земли. Так как обычно разность широт используется при расчетах различных перемещений судна, то и наименования ей при-

сваиваются в зависимости от направления движения судна. Если судно перемещается в сторону южного полюса (под любым углом), то РШ будет к югу (к S), а если – в сторону северного, то – к северу (к N). При расчетах РШ следует обязательно обращать внимание на то, в одном или разных полушариях находятся начальная и конечная точки маршрута. Если в одном – то РШ находят простым вычитанием из большего значения широты меньшего. Если же в разных, то

РШ равна сумме значений обеих (северной и южной) широт. Ясно, что наибольшее значение РШ может быть  $180^\circ$ , когда судно переместилось из одного географического полюса в другой, а наименьшее –  $0^\circ$ , когда судно шло по одной и той же параллели (мы помним, что на каждой параллели широта – одна и та же). Для практического вычисления важно не запутаться в наименованиях исходной и конечной широт. Чтобы этого не произошло, можно даже набросать рисунок, подобный нашему.

Приведу **примеры расчета**.

1). начальная  $\varphi_N = 45^\circ \text{ N}$ ; конечная  $\varphi_N = 90^\circ \text{ N}$

**РШ** =  $90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$  к северу (потому что при увеличении широты мы всегда движемся в сторону соответствующего полюса и наоборот, при уменьшении – от него).

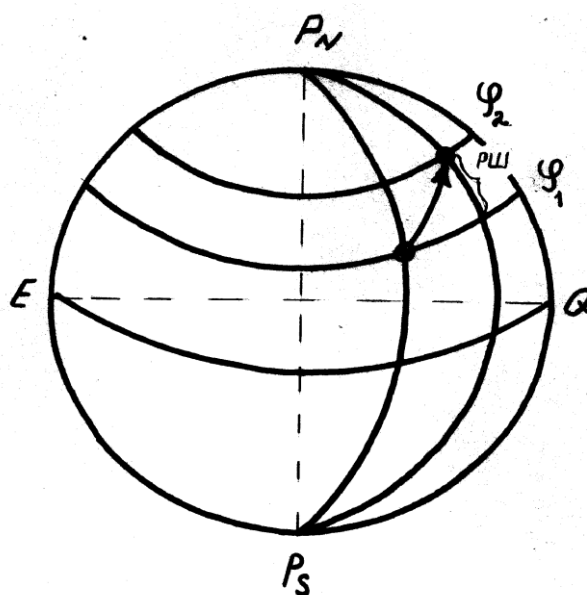


Рис. 11.3. Разность широт

2). начальная  $\varphi_N = 45^\circ \text{ N}$ ; конечная  $\varphi_S = 90^\circ \text{ S}$   
 $RШ = 90^\circ + 45^\circ = 135^\circ$  к югу (сначала у нас уменьшалась северная широта – значит, мы шли от северного полюса, ясное дело, к южному, куда же ещё; а потом, после пересечения экватора, стала увеличиваться южная широта – опять же к южному полюсу шли – вот поэтому и РШ – к югу).

**Разность долгот (РД)** (рис. 11.4) – это измеренная в градусах величина меньшего отрезка дуги экватора, находящегося между меридианами двух точек на поверхности Земли. Разность долгот так же, как и разность широт, используется при расчетах перемещений судна. Наименования ей присваиваются, в зависимости от направления движения судна. Если судно перемещается к западу от Гринвича, или в сторону Гринвича, находясь при этом в восточном полушарии, то РД будет к Западу. В этой ситуации западная долгота всегда увеличивается, а восточная – уменьшается (аналогично тому, что мы видели, разбирая разности широт). Если, наоборот западная широта уменьшается и (или) восточная увеличивается, наше судно движется в восточном направлении и РД будет к востоку. Так же, как и при расчетах РШ, при одноимённых значениях долгот из большего значения вычитается меньшее, а при разноимённых – значения складываются между собой. Но есть нюанс. Мы уже отметили, что РД – меньший отрезок дуги экватора. Отсюда следует, что величина РД не может превышать  $180^\circ$ . Однако, если судно пересекло долготу  $180^\circ$ , при сложении разноимённых значений долгот может получиться величина, большая, чем  $180^\circ$ . В таком случае за РД принимается дополнение до  $360^\circ$ . Приведём примеры.

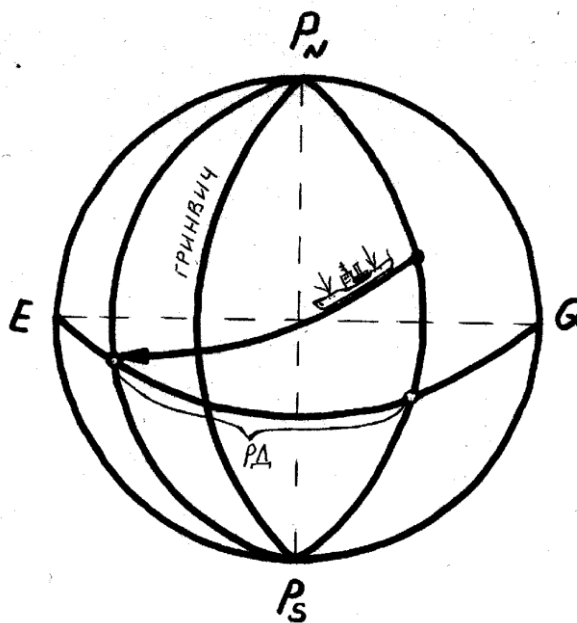


Рис. 11.4. Разность долгот

1). начальная  $\lambda_E = 60^\circ \text{ E}$ ; конечная  $\lambda_E = 20^\circ \text{ E}$   
 $РД = 60^\circ - 20^\circ = 40^\circ$  к западу ( к W). Потому что судно двигалось в сторону гринвичского меридиана, с востока на запад.

2). начальная  $\lambda_W = 20^\circ \text{ W}$ ; конечная  $\lambda_E = 35^\circ \text{ E}$   
 $РД = 20^\circ + 35^\circ = 55^\circ$  к востоку ( к E). Потому, что сначала судно двигалось, хоть и в сторону гринвичского меридиана, но с запада на восток.

Понятия *РШ* и *РД* кажутся довольно простыми. Но на практике при расчётах судоводители нередко запутываются в наименованиях широт и долгот, получая в результате, неверные результаты. Поэтому рекомендую всегда сначала нарисовать схемку, наподобие рис. 11.3 и рис. 11.4, чтобы вернее сориентироваться, а потом уж и считать. Для контроля правильности существует и ещё один метод.

Северной широте и восточной долготе условно приписывается знак «+», а южной широте и западной долготе – знак «-». Сами расчёты производят по простым алгебраическим формулам:

$$РШ = \varphi_2 - \varphi_1; \quad РД = \lambda_2 - \lambda_1$$

где  $\varphi_2$  и  $\varphi_1$  – широты соответственно конечной и начальной точек маршрута;  $\lambda_2$  и  $\lambda_1$  – долготы соответственно конечной и начальной точек маршрута.

В таком случае наши примеры будут выглядеть следующим образом:

1). начальная  $\varphi_N = 45^\circ$  N (т.е. со знаком «+»)  
 конечная  $\varphi_N = 90^\circ$  N (т.е. со знаком «+»)  
 $РШ = (+90^\circ) - (+45^\circ) = +45^\circ$ , т.е. к северу

2). начальная  $\varphi_N = 45^\circ$  N (т.е. со знаком «+»)  
 конечная  $\varphi_S = 90^\circ$  S (т.е. со знаком «-»)  
 $РШ = (-90^\circ) - (+45^\circ) = -135^\circ$ , т.е. к югу

1). начальная  $\lambda_E = 60^\circ$  E (т.е. со знаком «+»)  
 конечная  $\lambda_E = 20^\circ$  E (т.е. со знаком «+»)  
 $РД = (+20^\circ) - (+60^\circ) = -40^\circ$ , т.е. к западу (к W).

2). начальная  $\lambda_W = 20^\circ$  W (т.е. со знаком «-»)  
 конечная  $\lambda_E = 35^\circ$  E (т.е. со знаком «+»)  
 $РД = (+35^\circ) - (-20^\circ) = +55^\circ$ , т.е. к востоку (к E).

**Морская миля** – единица длины при измерении расстояний на море. Она равна длине одной минуты дуги меридиана. Здесь необходимо ещё раз обратить внимание, что сама земля имеет неправильную форму, а за дугу меридиана мы принимаем дугу применяемого при построении карт референц-эллипсоида. Поэтому фактическая длина морской мили изменяется на поверхности земли. Ближе к полюсам морская миля «длиннее» (на экваторе она равна 1842,9 м, на широте  $45^\circ$  – 1852,2 м, у полюсов – 1861.6 м). Не забудем также, что в разных странах приняты разные референц-эллипсоиды, следовательно, и у этих стран «другая» морская миля. (Отсюда иногда возникают нестыковки курсов при предварительной прокладке, особенно

на картах, изданных в разных странах). На практике длина морской мили принята равной 1852 метра. Просто для удобства. *Важно не забывать*, что расстояния мы снимаем с вертикальных рамок морской навигационной карты (МНК) справа и слева, именно как отрезки дуги меридиана, о чём более подробно сказано в главе, посвященной построению меркаторской проекции. И снимаем примерно на той параллели (горизонтали), где находится объект нашего интереса (судно, ориентир и т.п.). Впрочем, т.к. это важно, на данном вопросе мы остановимся ещё раз в главе «Использование морских навигационных карт».

**Кабельтов** – также единица длины при измерении расстояний на море. Кабельтов равен одной десятой части морской мили, соответственно 185,2 м (на практике – 185 м).

**Узел** – единица измерения скорости на море, равная одной морской миле в час.

**Дальность видимости** – расстояние, на котором наблюдатель физически может видеть объект. На этом понятии мы остановимся подробнее. Дело в том, что земля-то всё-таки круглая, а значит, неровная. Следовательно, любой объект может за этой неровностью «спрятаться», как, к примеру, за холмом. А что нужно сделать, чтобы увидеть скрытый за холмом объект? Правильно, подняться выше. И чем выше мы поднимаемся, тем больше объектов, скрытых за этим самым холмом, видим (рис. 11.5). А значит, чем выше мы расположены, тем больше объектов увидим. Отсюда ещё одно понятие – **высота глаза наблюдателя**. Это высота нашего глаза (раз мы наблюдаем, так чьего же ещё?) над уровнем моря. Ну и ясно, что чем выше сам объект, тем раньше он нам из-за холма покажется. Значит, дальность видимости объекта зависит и от его высоты над уровнем моря. Сама дальность видимости объектов вычисляется, и мы сейчас увидим, как.

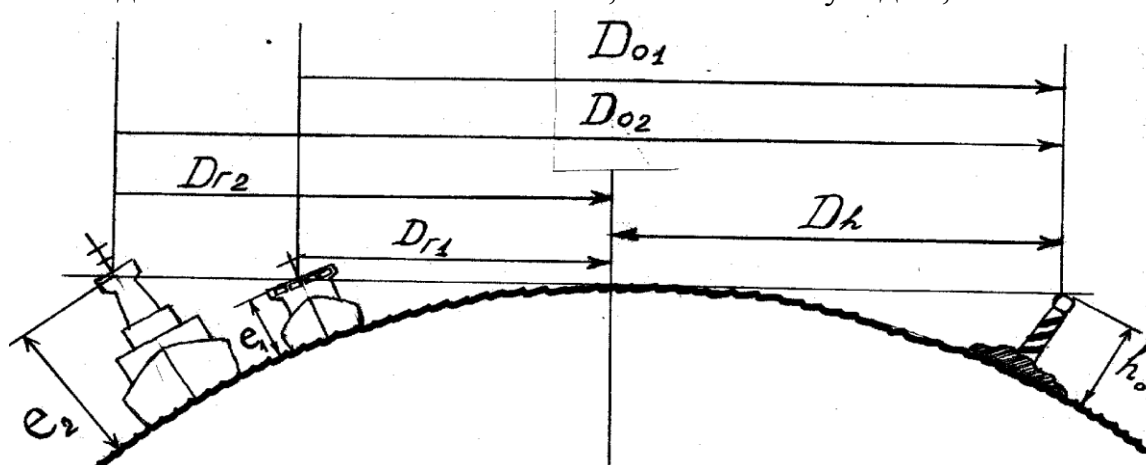


Рис. 11.5. Дальность видимости

На нашем рисунке хорошо видно, почему предметы «скрываются» за горизонтом. Видно также, что принимается в навигации за **дальность видимости горизонта** –  $D_2$ . В нашем случае  $D_{21}$  – дальность видимости

горизонта с более низкого судна (следовательно, высота глаза наблюдателя на этом судне будет меньшей), а  $D_{22}$  – дальность видимости горизонта с большего судна (где и высота глаза наблюдателя больше).  $D_h$  – это дальность видимости самого объекта при условии, что глаз наблюдателя находится на уровне моря (как если бы мы просто плыли в воде, купаясь).

**Внимание!** Эта дальность видимости  $Dh$  всегда приводится на морских навигационных картах. Но мы (как хорошо видно из рисунка), увидим объект раньше, т.к. наш глаз наблюдателя находится выше горизонта. Вот эта дальность видимости и рассчитывается. (Я вообще считаю, что логичнее было бы сразу так её и назвать – «дальность обнаружения»).

$D_{o1}$  – дальность видимости объекта с меньшего судна;

$D_{o2}$  – дальность видимости объекта с большего судна;

$h_o$  – высота объекта над уровнем моря;

$e_1$  – высота глаза наблюдателя на меньшем судне;

$e_2$  – высота глаза наблюдателя на большем судне.

$$D_{o1} = D_{z1} + D_h; D_{o2} = D_{z2} + D_h \text{ (расстояния здесь – в морских милях).}$$

Однако, на картах, как правило, не приводятся дальности видимостей предметов. Соответственно, дальность видимости горизонта тоже надо рассчитывать, исходя из высоты своего глаза. Для этого применяется формула:

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

где величины  $e$  и  $h$  – в метрах, а  $D$  – в морских милях.

На морских навигационных картах и в пособиях приводятся дальности видимости огней маяков и светящих знаков, рассчитанные для высоты глаза наблюдателя 5 метров. Если у вас другая высота, то дальность видимости нужно пересчитать. Не забудем, что при изменении осадки судна меняется и высота мостика над уровнем моря, а, следовательно, и высота глаза наблюдателя. А значит, при изменениях осадки расчеты нужно произвести снова.

Всё сказанное относится к случаям, когда не действуют факторы, снижающие дальность обнаружения – туман, дождь, другие отклонения в состоянии атмосферы. И такая, рассчитанная без учета состояния атмосферы, дальность видимости, называется *географической*, или *геометрической*.

И напоследок остановимся на дальности видимости огней. Кроме выше перечисленных факторов на величину этой дальности влияет и сила самого источника света (ну, типа, мощность лампы). Обычно источники света рассчитаны так, чтобы огонь было видно с расстояния, не меньшего  $Dh$  (т.е. дальности видимости самого объекта от уровня горизонта).

Но случается, что эта дальность видимости или больше или меньше. Об этом всегда нужно помнить, особенно при проработке подходов к берегам. Здесь необходимо отметить, что расчетная дальность видимости на практике всегда отличается от действительной. Это обусловлено не только наличием дождя и т.п., разница будет и в совершенно ясную погоду. Дело в том, что лучи света в атмосфере распространяются по кривым линиям, как полагают, из-за разной плотности в различных слоях атмосферы. Явления преломления лучей света в атмосфере называется рефракцией. Рефракция также зависит от атмосферного давления, влажности воздуха и его температуры (есть предположения о влиянии на рефракцию состояния магнитного поля земли и наличии возмущений на Солнце). Это влияние на расчет дальности видимости можно учесть, для него составлены специальные таблицы и есть расчетные формулы. Но на практике этого почти никто не делает, и поэтому мы не будем заострять внимание на рефракции.

**Вертикальная линия** – линия, проведенная через глаз наблюдателя и центр земного шара. Её ещё называют *отвесной линией*.

**Вертикальная плоскость** – плоскость, проведенная через вертикальную линию.

**Горизонтальная плоскость** – плоскость, перпендикулярная вертикальной линии.

**Плоскость истинного горизонта наблюдателя** – горизонтальная плоскость, проходящая через глаз наблюдателя. Это плоскость, перпендикулярная линии, соединяющей наблюдателя и центр земного шара.

**Плоскость истинного меридиана** – вертикальная плоскость, проходящая через глаз наблюдателя и земную ось.

**Истинный меридиан** – большой круг, образующийся при пересечении плоскости истинного меридиана с поверхностью земного шара.

**Плоскость первого вертикала** – вертикальная плоскость, проведенная через центр Земли и перпендикулярная плоскости истинного меридиана.

**Линия истинного меридиана (или линия N – S)** – линия, полученная при пересечении плоскости истинного горизонта с плоскостью истинного меридиана. Эта линия определяет направления на север и на юг как на плоскости горизонта, так и, не строго говоря, на карте.

**Линия E – W** – линия, полученная при пересечении плоскости истинного горизонта с плоскостью первого вертикала. Она определяет на плоскости горизонта (и на карте) направления на восток и на запад.

Линии N – S и E – W делят горизонт на так называемые четверти: северо-восточную (NE), юго-восточную (SE), юго-западную (SW), северо-западную (NW). Приведём рисунок для наглядного пояснения этих понятий.

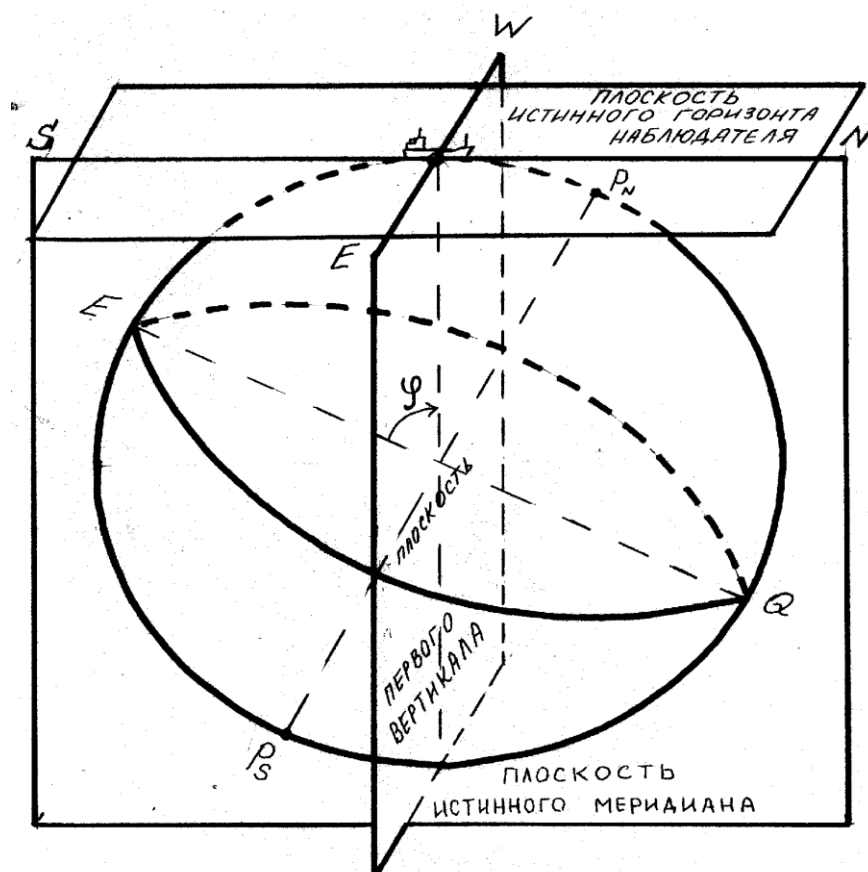


Рис. 11.6

**Экваториальная миля** – одна минута дуги земного экватора. Она же – одна минута долготы. Экваториальная миля равна морской только на экваторе.

**Меридиональная часть (МЧ)** – широта места, выраженная в экваториальных милях.

**Разность меридиональных частей (РМЧ)** – разность широт, выраженная в экваториальных милях.

**Локсодромия** – линия, пересекающая меридианы под одинаковым углом. Все обычные построения на МНК производятся именно такими линиями, кроме построения дуги большого круга (ортодромии). На меркаторской карте локсодромия выражается прямой линией, но на земной поверхности это – кривая, причём расстояние между двумя точками на Земле по локсодромии не является кратчайшим. Но при плавании на относительно небольшие расстояния разница между локсодромией и кратчайшим расстоянием между пунктами относительно невелика, а построения кратчайшего расстояния, выражаемые на меркаторской карте кривой линией, достаточно сложны. Поэтому на практике судоводители чаще всего пользуются локсодромией. Только при большом расстоянии между начальной и конечной точками маршрута практикуется плавание по кратчайшему расстоянию (ортодромии, или дуге большого круга). Для общего развития –



локсодромия, в переводе с древнегреческого, означает – косой бег. Есть мнение учёных натуралистов, что в природе животные, перемещаясь из одного места в другое, находящееся на прямой видимости (например, при преследовании хищником своей жертвы), бегают именно по локсодромии. Отсюда ещё одно её, сленговое, название – собачья кривая.

**Ортодромия – дуга большого круга (ДБК)**, проходящая через две точки на поверхности земного шара. Она и является кратчайшим расстоянием между такими двумя точками, отсюда и её название, опять же, в переводе с древнегреческого – прямой бег. Ортодромия пересекает меридианы под разными углами и на меркаторской карте изображается кривой, параметры которой рассчитываются. Расчёты эти достаточно сложны и мы далее посвятим им отдельную главу.

**Сближение меридианов.** Как мы уже отмечали, ортодромия пересекает меридианы под разными углами. Так вот сближение меридианов – ни что иное, как разность между величинами углов, под которыми ортодромия пересекает эти меридианы.

**Ортодромическая поправка (или поправка Жеври)** – на этом понятии остановимся чуть подробнее. Когда мы берём пеленг на какой-либо предмет, то, исходя из самого определения пеленга, подразумеваем, что полученное значение – угол между вертикальной плоскостью истинного меридиана наблюдателя и вертикальной плоскостью, проведённой через предмет, направление на который мы определяем. А раз так, то, строго говоря, чтобы точно отобразить полученное значение на карте, нам нужно провести отрезок ортодромии, рассчитанный специальным образом (это будет ортодромический пеленг) т.е. кривую. Мы же прокладываем пеленг прямой линией. И, строго говоря, наш проложенный на карте пеленг не будет являться истинным, т.е. он не пройдёт через «свой» объект (такой пеленг называется локсодромическим). На небольших расстояниях при разностях широт, меньших  $6^\circ$  этой неточностью пренебрегают. Так вот выраженная в градусах величина, на которую ортодромический пеленг отличается от локсодромического, и есть ортодромическая поправка.

**Обсервация** – определение места судна в море по ориентирам, небесным светилам, линиям положения спутниковых или радионавигационных систем и т.п.

**Обсервованное место (или обсервованная точка)** – точка местоположения судна на карте, нанесённая по результатам обсервации.

**Счисление** – комплекс действий судоводителя, направленный на определение местоположения своего судна с использованием элементов его движения (курса, скорости), с учётом рассчитанного влияния внешних факторов (например, ветра и течения).

**Счислимое место (или счислимая точка)** – точка местоположения судна, полученная только в результате счисления, без проведения обсервации.

**Навигационный параметр** – угол направления, горизонтальный угол, вертикальный угол, расстояние, глубина, словом, любая измеренная соответствующим прибором или инструментом величина, значение которой используется для практических целей навигации.

**Изолиния** – геометрическое место точек, соответствующих одному и тому же значению навигационного параметра. Это линии равных пеленгов, равных углов, равных расстояний и т.д. На поверхности Земли изолинии имеют вид разнообразных кривых. На меркаторской карте, строго говоря, тоже. Но на относительно небольших участках местности, изображённых на морской карте, этой кривизной обычно пренебрегают, используя или прямую линию, или окружность. Приведём здесь названия некоторых изолиний, встречающихся в морской жизни.

*Изогона* – изолиния горизонтального угла.

*Изостадия* – изолиния равных расстояний.

**Линия положения.** Ну, на тему линии положения существует целая теория. Не припомню, чтобы теория эта пригодилась на практике, поэтому ограничимся лишь определением. Это – *отрезок прямой, касательный к изолинии и имеющий такое же направление по отношению к истинному меридиану, как и сама изолиния в точке касания.*

## 12. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ В МОРЕПЛАВАНИИ

В этой главе речь пойдёт о том, как правильно пользоваться морской навигационной картой (общепринятое сокращение – МНК). Мы узнаем, какая информация имеется на МНК, как снимать расстояния с рамки карты, как прокладывать направления и как поддерживать МНК на уровне современности (т.к. на морском театре постоянно происходят различные изменения – ставятся новые навигационные знаки, причалы, меняются глубины и т.п.).

Итак, начнём с краткого обзора видов морских карт. Они подразделяются на *навигационные морские карты (собственно МНК), специальные, справочные, озёрные и речные.*

**МНК** подразделяются, в свою очередь, на :

- *планы* (масштабы 1 : 1000 – 1 : 25 000). Наиболее крупный масштаб, наиболее полная информация. Планы используются для заходов в порты, при

плавании в узкостях и других подобных случаях. Часто планы приводятся на основной карте более мелкого масштаба в виде *врезок*. На планах очень часто приводятся линейные масштабы в метрах и кабельтовых;

- *частные карты* (масштабы 1 : 25 000 – 1 : 75 000) Также довольно крупный масштаб. Используются в условиях, сходных с условиями использования планов, когда последних либо нет в наличии, либо они вообще не изданы для данного района;

- *путевые карты* (масштабы 1 : 100 000 – 1 : 500 000). Наиболее распространены. Их используют при плавании между пунктами назначения и в зависимости от совокупности факторов навигационной обстановки;

- *генеральные карты* (масштабы 1 : 500 000 – 1 : 5 000 000 и мельче). На таких картах изображены очень большие участки мирового океана, целые моря, океаны или их части. Используются для наглядного представления навигационных условий на целом длительном переходе, предварительной прокладки и счисления пути судна (вместе с путевыми картами или картами-сетками).

#### **Специальные карты:**

- *карты-сетки*. Это особый вид морских карт, составленных специально для точного ведения счисления и оформления обсерваций (определения места судна) при плавании в океанах на участках, где нет ни берегов, ни ориентиров и для которых не составлены путевые карты. Такие карты представляют собой «чистый» лист бумаги, на который нанесены только сетки параллелей и меридианов. При этом обозначены только значения широт. Долготы судоводители проставляют вручную в соответствии с местом своего нахождения. Поэтому говорят, что карты-сетки имеют скользящую сетку долгот;

- *радионавигационные карты*, на которые нанесены особые сетки для определения места судна с помощью радионавигационных систем;

- *шлюпочные карты*;

- другие, в зависимости от содержания.

#### **Справочные карты:**

- в зависимости от назначения: навигационно-промысловые, карты гидрометеорологических элементов, карты, построенные в гномонической проекции (о них отдельно позже – в главе, посвященной построению дуги большого круга), и т.д.

Теперь перейдем к оформлению карт, содержащем массу необходимой и полезной информации. Оформление включает в себя *заголовки* и *зарамочные надписи*. В заголовке карты приводится основная информация о районе, для которого составлена карта и о самой карте. Тут указывается названия портов, морей, проливов и т.п. Над заголовком карты всегда на-

ходится знак (типа герба) гидрографической службы, которая выпустила данную карту. Под собственным названием карты проставляется масштаб карты и единицы измерения приведенных на ней цифрами глубин (в метрах, футах или морских саженях). На это всегда нужно обращать внимание, чтобы не путать истинные значения глубин при сопоставлении их с осадкой своего судна. Для этого рекомендуется перевести значения действительной осадки судна в те единицы измерения, которые использованы для обозначения глубин на карте. Тогда не будет никакой путаницы. Далее указывается точка, относительно которой отсчитываются глубины (так называемый нуль глубин). Указаны также единицы измерения высот объектов, сведения для нанесения на карту места судна, полученного при помощи глобальной спутниковой навигационной системы (GPS), используемая в данном районе система навигационного ограждения, картографическая проекция и источники информации, использованные при составлении карты. Ещё ниже приводятся другие важные для мореплавателей сведения по использованию данной карты. Отсюда правило: **перед любым использованием карты всегда необходимо внимательно и не торопясь ознакомиться с её заголовком и принять к учёту всю содержащуюся там информацию!**

Зарамочные надписи содержат адмиралтейский номер карты, даты её первого и новейшего издания, даты корректур, масштаб по экватору, сведения об источниках информации при составлении карты, её геодезической основе, организации, осуществлявшей контроль за изданием и самом издателе, а также дате её издания.

На самой карте могут быть приведены и другие сведения, которые необходимы для безопасного плавания и стоянки, такие, как таблицы течений, сведения о приливах, планы-врезки портов, узкостей и т.п. На некоторых картах изображают (и это очень удобно) рамки других карт, охватывающих прилежащие районы с указанием адмиралтейских номеров этих карт.

Здесь обязательно следует остановиться на специальном издании, при помощи которого подбираются карты, необходимые для определённого перехода (а также и навигационные пособия). Это каталог карт и книг. Он устроен логично и просто. Настолько, что нет необходимости рассматривать его очень подробно. Возьмёте его в руки, не спеша пролистаете, и всё станет ясно. В двух словах (и совсем не в строгих морских терминах), это – альбом, составленный из очень мелкомасштабных карт, охватывающих большие районы мирового океана. А на этих картах, в свою очередь, нарисованы границы (рамки) более крупномасштабных (а, значит, охватывающих значительно меньшие районы) карт, и обозначены их адмиралтейские номера. Вот, собственно и всё. Здесь наглядно видно, какие карты понадобятся вам для проработки перехода и плавания.

Точно так же обозначены и районы, охватываемые навигационными изданиями («лоциями», «Огнями и знаками», «Радиотехническими средствами навигационного оборудования»). При подборе карт на переход действует правило – в качестве путевых карт используются карты самого крупного, из имеющихся на судне, масштаба.

При прокладке предварительных курсов внимательно изучается сама карта, проверяется соответствие глубин проходной осадке судна с учётом проседания, влияния мелководья и приливо-отливных явлений. Оценивается наличие и близость навигационных опасностей и прорабатываются меры по уклонению от них. Производится т.наз. «подъём карты», т.е. выделение карандашом наиболее значимых ориентиров, глубин, нанесение районов возможных укрытий и т.д. Вообще говоря, работу с картами и навигационными пособиями охватывает наука «лоция», а мы из этой книги должны, по крайней мере научиться вести судно в море. Это уже предмет навигации. Потому вопросов, касающихся лоции, мы касаемся лишь в той мере, в какой они необходимы нам для решения задач навигации. А короче говоря – **при работе с картой внимательно изучай её!**

У каждой карты имеются рамки – вертикальная и горизонтальная. Эти рамки очень важны для нас, особенно вертикальная. С них снимаются координаты точек, по ним наносятся токи на карту по заданным координатам, с них мы снимаем расстояния. Мы помним, что расстояния на море измеряются в морских милях. А морская миля – это одна минута дуги меридиана. Но ведь и широты у нас тоже измеряются в градусах и минутах дуги меридиана! Верно, именно так. И эти самые широты в градусах и минутах нанесены на вертикальную рамку карты (одинаково – и справа, и слева). Следовательно, если мы возьмём измеритель, и установим его одну ножку на отметку  $23^\circ$  широты, а другую – на  $24^\circ$ , то в растворе измерителя получим  $1'$ ! А сколько в одном градусе минут? Ясное дело – 60. А что такое 60 минут? Это 60 морских миль. Так вот незатейливо мы снимаем с вертикальной рамки карты 60 морских миль.

Теперь, не меняя раствора измерителя, мы можем где угодно и как угодно отложить на карте наше расстояние в 60 миль (не забывая о том, что лучше всё-таки его откладывать на той параллели, где мы это расстояние снимали – в нашем случае –  $23^\circ$  и  $24^\circ$ ). Соответственно, в каждой минуте – 60 секунд. Но секунды дуги применяются в обозначениях широт только на картах очень крупного масштаба, а так, в основном, используют деление одной минуты на десять частей (чтобы получить кабельтовы). Так что если мы наткнёмся на секунды, их придётся переводить в кабельтовы (т.е. десятые минуты), или в метры, если мы работаем на плане. А что делать? Такова наша суровая морская жизнь. На горизонтальной рамке разбивка осуще-

ствлена на экваториальные мили, или, что принципиально одно и то же, на градусы и минуты долготы. Для снятия долгот она только и используется.

Необходимо обратить особое внимание на то, что часто по невнимательности неопытные судоводители пытаются использовать горизонтальную рамку для снятия расстояний. Было бы смешно, если бы не было грустно! Это очень распространённая ошибка. И она свидетельствует о слабой подготовке! Так что постарайтесь её не совершать.

Теперь настало время привести некоторые иллюстрации и на примерах показать, как работать с координатными сетками (рис. 12.1).

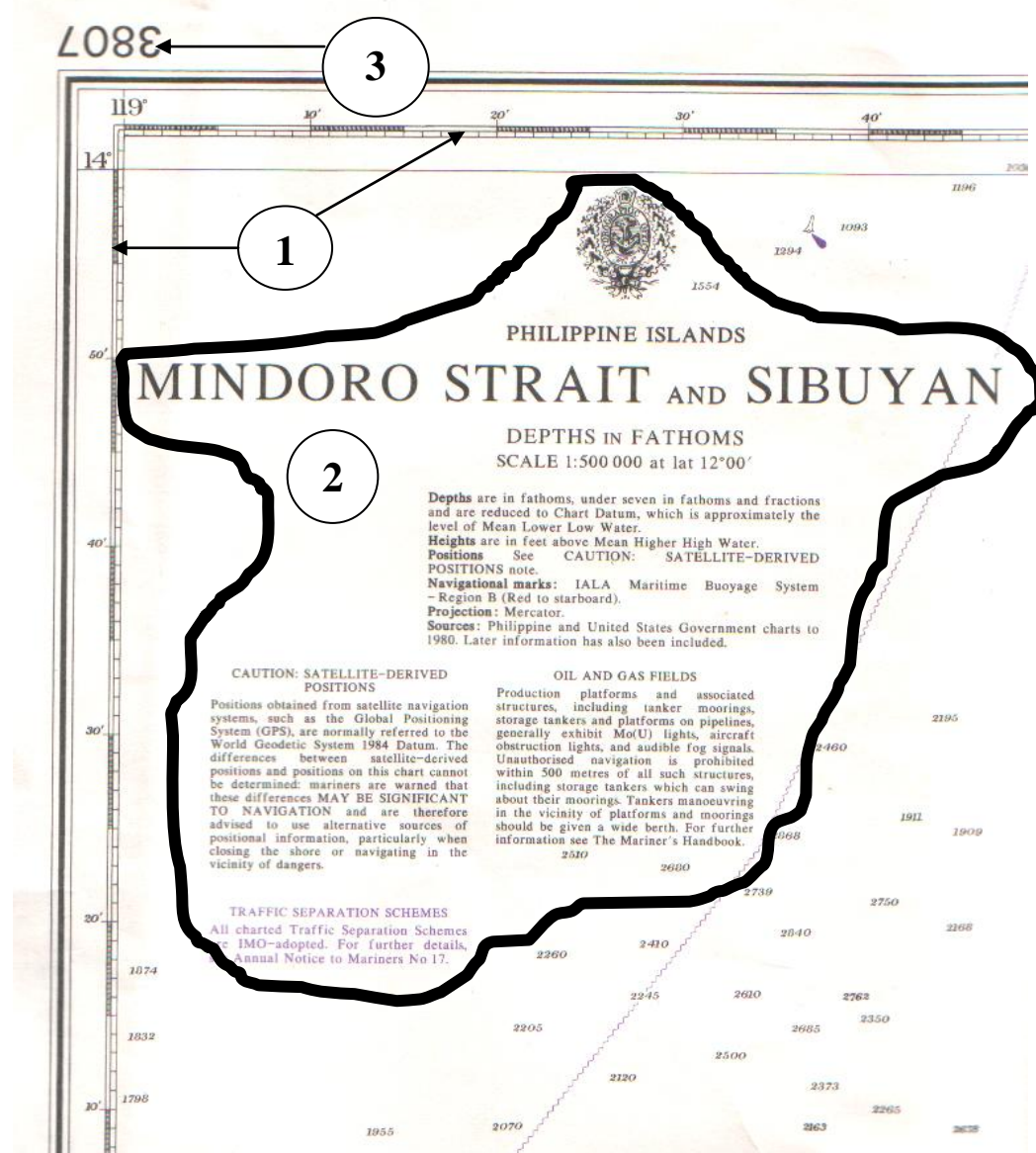


Рис. 12.1. Фрагмент МНК с заголовком

На рисунке видна координатная сетка (1), заголовок (2), адмиралтейский номер карты (3).

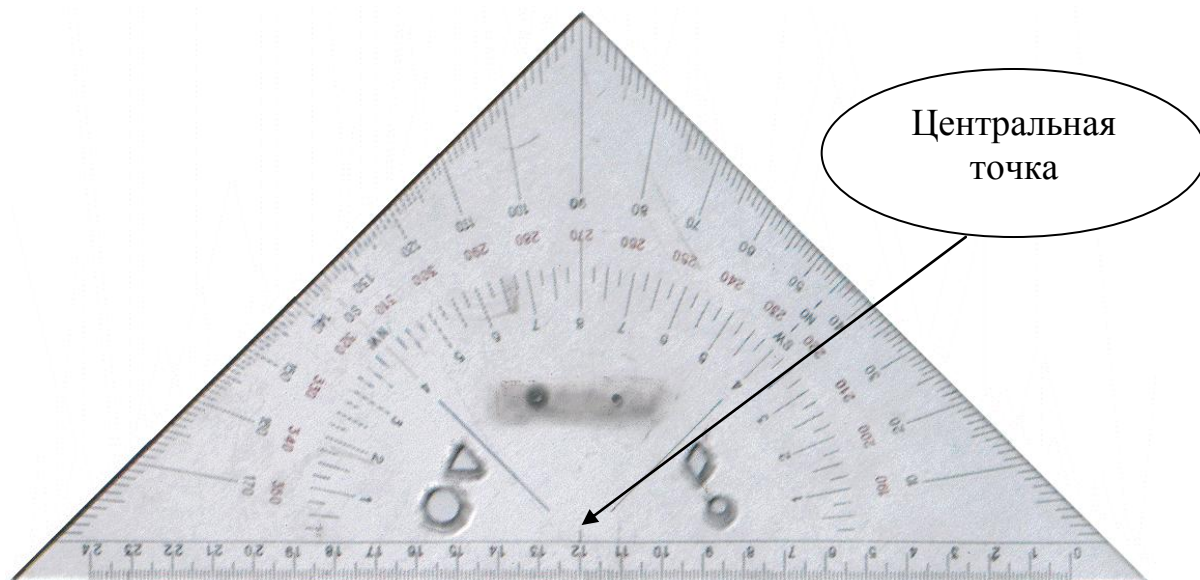
Теперь об инструментах, с которыми нам работать на карте.

**Измеритель штурманский** с защитным колпаком (рис. 12.2), на котором нанесены сантиметровые деления. Не стоит его путать с циркулем. У измерителя две иглы, а у циркуля – одна и пишущий элемент. При пользовании одну ножку измерителя утыкают в один объект, а другую – в другой. Потом, не меняя раствора, переносят измеритель на вертикальную рамку и смотрят, сколько минут приходится на раствор измерителя. Вот сколько их приходится, столько миль и будет между объектами. Циркуль обычно используется тоже, но он обычный и его рисовать нет смысла. Каждый с таким прибором встречался в своей жизни и знает, как тот выглядит. Циркулем в навигации не меряют расстояния, а рисуют окружности и разные кривые.



Рис. 12.2

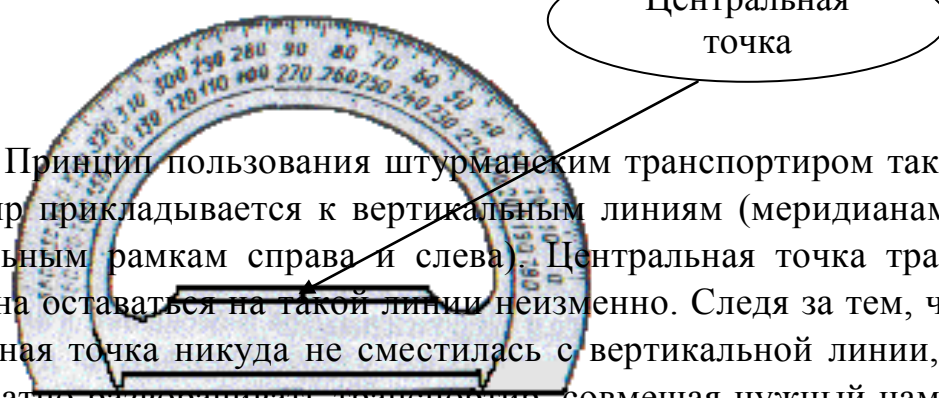
**Штурманский транспортир** бывает, в основном двух видов (рис. 12.3, 12.4), каждый из которых мы увидим на иллюстрациях, но чаще встречается в виде треугольника (почему его иногда и называют, что не очень правильно, треугольником). Пользоваться транспортиром нужно внимательно и вдумчиво. Хотя он и устроен, в принципе, как обыкновенный школьный транспортир, но небольшая хитрость всё-ж таки есть. Дело в том, что мы делим горизонт (и карту, соответственно) на  $360^\circ$ . А транспортир выполнен в сегменте  $180^\circ$ . Поэтому на него нанесено два ряда делений, один – от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , а другой – от  $180^\circ$  до  $360^\circ$ . При этом еще иногда эти ряды сами по себе выполнены так, что первая половина первого ряда – в нижней части, а вторая – в верхней. Та же штука и со вторым рядом (это хорошо будет видно на рисунке).



**Рис. 12.3. Штурманский транспортир (треугольной формы)**

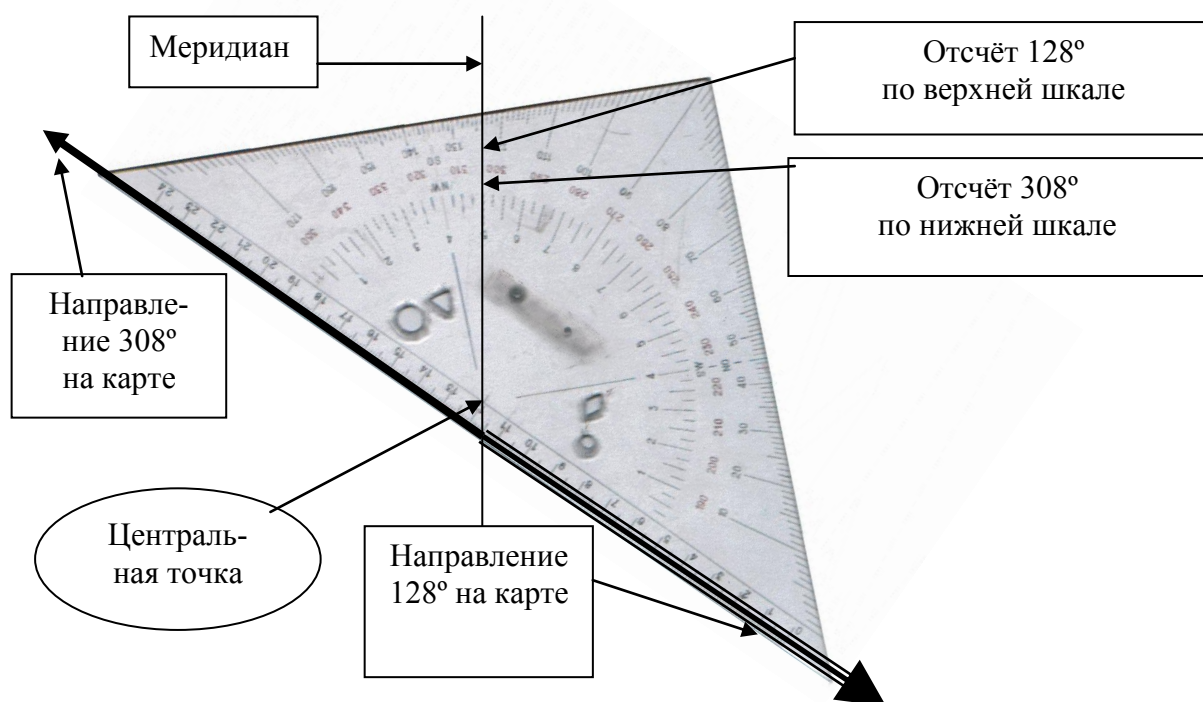
Смысл в том, что перед прокладкой на карте какого-либо угла с помощью транспортира, нам нужно грубо представить, как его линия будет выглядеть, чтобы не отложить вместо прямого направления – обратное (например,  $40^\circ$  вместо  $220^\circ$ ). Если мы чертим из точки местоположения нашего судна на карте курс  $45^\circ$ , то сначала представим просто визуально, как пойдёт курс по карте, а потом отложим его точно с помощью транспортира. Особенно внимательным нужно быть при прокладке пеленгов. Тут необходимо чётко представить, **какой** пеленг мы откладываем, с судна на объект, или с объекта на судно. Именно тут чаще всего случаются ошибки и даже у достаточно опытных судоводителей. (*Лирическое отступление – вообще внимательность – это основа штурманской работы. Чем невнимательнее человек, тем тяжелее и ему самому, и его коллегам, так как на судне от работы каждого члена экипажа зависит общий результат работы*).

Принцип пользования штурманским транспортиром таков. Транспортир прикладывается к вертикальным линиям (меридианам или вертикальным рамкам справа и слева). Центральная точка транспортира должна оставаться на такой линии неизменно. Следя за тем, чтобы центральная точка никуда не сместилась с вертикальной линии, начинаем аккуратно разворачивать транспортир, совмещая нужный нам отсчёт на шкале градусов с тем же меридианом, на котором находится центральная точка. Тут сразу и ориентируемся, куда откладывать нужное направление. Поясню рис. 12.5.



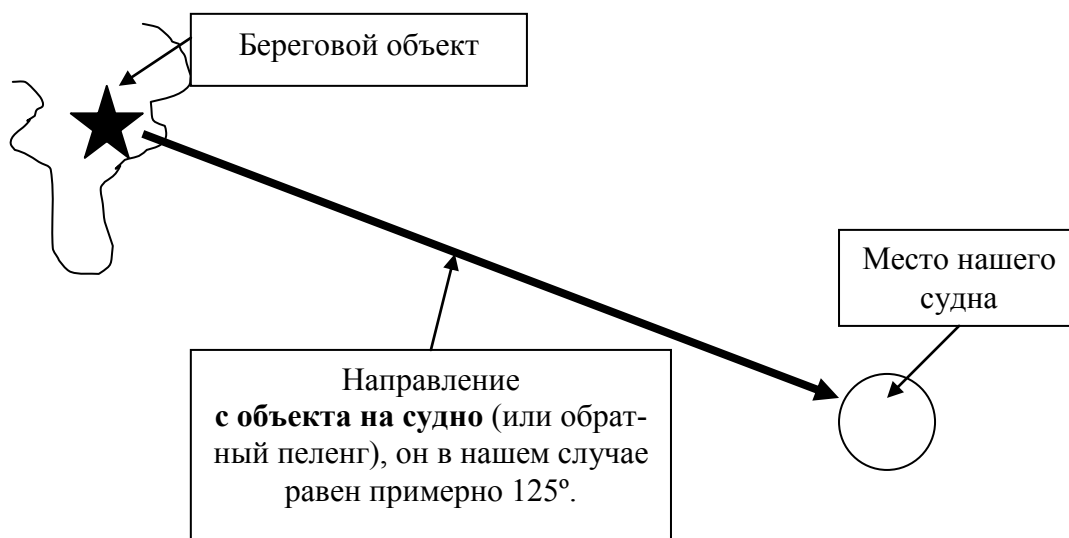


Аналогично направления и снимаются. Совмещаем нижнюю линию транспортира с линией нужного нам направления на карте (тут необходимо заметить, что при работе с транспортиром под ним практически всегда находится штурманская параллельная линейка, но об этом ниже), затем по параллельной линейке аккуратно двигаем транспортир до совмещения его центральной точки с ближайшим из удобных нам меридианов. А направления на него считываем с соответствующей шкалы.

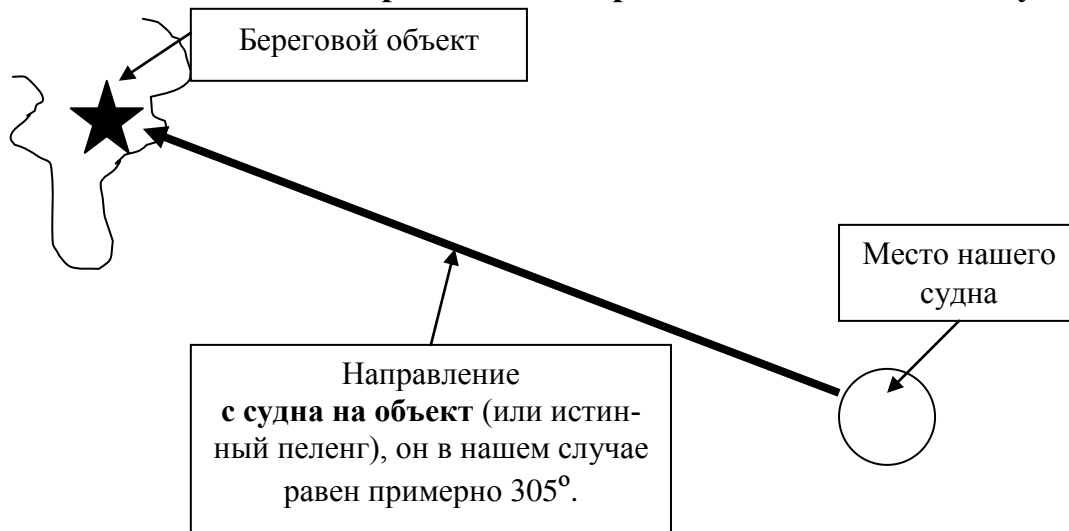


**Рис.12.5. Пользование транспортиром**

При этом помним следующее: если мы берём направления с предмета на судно или с судна на предмет, то мысленно представляем себе линию и прикидываем, сколько это будет градусов (по крайней мере – больше или меньше  $180^\circ$ ). У нас на транспортире две шкалы, одна для значений меньше  $180^\circ$ , другая – больше  $180^\circ$ . А так как мы уже прикинули, какой нам шкалой (большей или меньшей) пользоваться, то и снимаем с неё значение, подходящее под нашу прикидку. Нелишне будет нарисовать и это (рис. 12.6, 12.7).



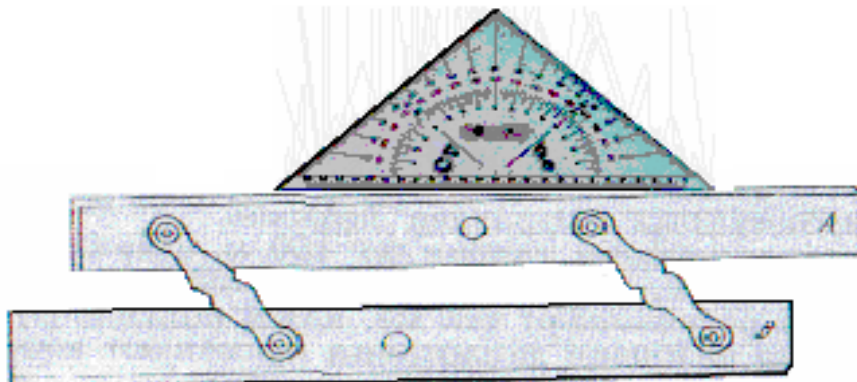
**Рис. 12.6. Отсчёт или прокладка направления с объекта на судно**



**Рис. 12.7. Отсчёт или прокладка направления с судна на объект**

*Параллельная линейка* – очень употребительный штурманский инструмент. Он состоит (рис. 12.8) из двух одинаковых половинок *A* и *B*, соединённых между собой параллельными пластинами. Пластины подвижны и это позволяет раздвигать обе половинки так, что они остаются параллельными друг другу (поэтому линейка так и называется). Новые, так называемые усовершенствованные, линейки имеют ещё и градусные деления, представляя из себя и параллельную линейку и транспортир «в одном флаконе». Вроде бы удобно. Но это как кому. Во-первых, деления расположены довольно неудобно для считывания, во-вторых, сколько раз мне ни приходилось сравнивать показания таких линеек с показаниями транспортиров, столько раз отмечались несовпадения до полутора градусов. Это очень много. Поэтому не советую я такие линейки использовать и как транспортиры.

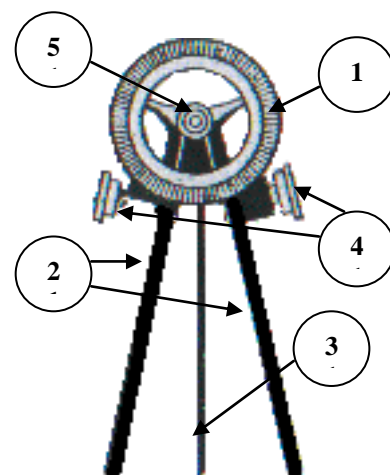
С помощью линейки мы и осуществляем «перемещения линий» по карте. Как? Объясню. Обычно при начале работы сверху на неё «прислоняют» транспортёр.



**Рис. 12.8. Положение параллельной линейки и транспортёра при начале работы**

Хорошо видно, что транспортёр может «ездить» по линейке. При этом ясно, что выставленный угол сохраняется, если зафиксировать (просто придерживать) саму линейку. Может передвигаться, «шагать», и сама линейка. Для такого шагания нужно одну половинку линейки держать, а другую – двигать, затем можно, наоборот, держать до того подвижную половинку, а двигать неподвижную. Легко заметить, что если держать сам транспортёр, то относительно него можно двигать линейку. Все эти телодвижения ценны тем, что однажды отложенный, или снятый с карты угол какого-либо направления, «перетаскивается» вместе с нашим прокладочным инструментом, позволяя нам начертить его, где вздумается на нашей карте. Настоятельно советую всё это проделать практически, потренироваться, так сказать. Дело-то вроде, нехитрое, но аккуратности и навыка требует. И для верности перед окончательной прокладкой любой линии на карте её «правильность» в градусном выражении необходимо опять-таки проконтролировать транспортёром. Никогда этим не пренебрегайте. Рекомендую также потренироваться в прокладке самих направлений.

Перед тем, как перейти к ещё одному инструменту, который теперь на практике используется довольно редко, но всё-таки используется, я хочу обратить внимание читателя на само слово *прокладка*. Если мы что-либо чертим на карте, то мы это не просто чертим, а как раз прокладываем. И сам процесс такого черчения называется прокладкой. Процесс нанесения на карту именно курсов и всего, что с этим сопряжено, тоже прокладка. И наконец готовый «чертёж» наших курсов, всякого рода пеленгов, и т.п., называется опять-таки прокладкой. Если это прокладка на



**Рис. 12.9. Протрактор**

предстоящий или предполагаемый переход, то это – предварительная прокладка. Данное слово мы в дальнейшем и будем применять.

Итак, следующий инструмент называется *протрактор* (не прокомбайн, и не просенокосилка, а именно протрактор). Он используется для одновременного нанесения на карту двух горизонтальных углов при определении места судна по этим горизонтальным углам. Прибор этот точный, он имеет паспорт (аттестат) с таблицей прибора. Раз в два года должна производиться переаттестация протрактора с соответствующей отметкой в аттестате. Принцип действия протрактора (рис. 12.9) довольно прост. Предположим, что мы имеем два измеренных горизонтальных угла между **тремя** ориентирами. По этим данным мы можем определить место нашего судна. (О том, как именно это сделать, мы поговорим в главах, посвященных собственно определениям места).

Для нас на данном этапе важно понять, как именно работать в этом случае с протрактором.

Поэтому мы вначале рассмотрим его устройство. Протрактор состоит из кругового лимба (1), на котором нанесены деления градусов, двух подвижных линеек (2), одной неподвижной линейки (3), отсчётных барабанов (4) и центра лимба (5), который является всегда общей вершиной любых двух углов, установленных на протракторе подвижными линейками с помощью отсчётных барабанов. Понятно, что одна из сторон неподвижной линейки будет всегда являться и общей стороной для обоих выставленных углов. В центре лимба имеется либо отверстие для нанесения точки карандашом, либо подпружиненная кнопка с иглой, наколом которой наносится это самое место. Так что берём протрактор, выставляем на нём два нужных нам угла с помощью барабанов и готово. Протрактор готов к нанесению нашей обсервованной точки.

Теперь нам необходимо ещё раз, несколько подробнее, остановиться на изучении морской навигационной карты перед её использованием. Перед тем как принять решение о прокладке маршрута судна в том или ином месте, необходимо тщательно изучить район предполагаемого плавания. Тут можно придерживаться следующего алгоритма (для тех, кто забыл, в нашем случае под алгоритмом понимается определенная последовательность действий). Итак.

1). В нижней части за рамкой карты находятся отметки о дате последней корректуры. Карта должна быть откорректирована по последнему извещению мореплавателям, находящемуся на судне. Если это не сделано, то карту надлежит откорректировать (или, как ещё говорят, привести к уровню современности).

2). Тщательно изучить сведения, находящиеся в заголовке карты.

3). Обратить особое внимание на навигационные предупреждения и местоположение районов, запретных для плавания. Выделить на карте такие районы графически.

4). Проработать информацию о производстве в данном районе каких-либо работ, мешающих безопасному плаванию (дноуглубительных, по прокладке или поднятию подводного кабеля, учебных стрельб военно-морских флотов, установке навигационного или иного оборудования). Такая информация даётся по радио постоянно (о чём мы также отдельно поговорим в главе о корректуре карт и источниках информации для неё). Графически обозначить эти места и, при необходимости привести дополнительную информацию о таких работах. (Понятно, что все графические построения на карте производятся только карандашами).

5). Привести значения осадки своего судна к единицам измерения глубин, используемых на данной карте. (Вообще нелишне иметь на мостике на удобном и видном месте планшет с информацией о состояниях судна, указанных с использованием разных единиц измерения).

6). Сравнить имеющиеся в районе плавания глубины с фактической осадкой, не забывая о том, что проходная глубина для судна рассчитывается с учётом влияния мелководья, эффекта проседания судна, увеличения максимальной осадки при крене. Всегда следует стремиться к тому, чтобы путь судна проходил по наиболее глубоким местам, как можно дальше от навигационных опасностей, насколько позволяют существующие обстоятельства и соображения коммерческой эксплуатации. Но, прежде всего – безопасность мореплавания!

7). Оценить наличие и близость навигационных опасностей, включая и возможную предполагаемую плотность движения других судов. Обязательно выделить такие опасности и наметить возможные пути уклонения от них (если таковая возможность в данном районе существует).

8). При необходимости постановки на якорь оценить имеющиеся на предполагаемом месте стоянки глубины, характер грунта, маршруты подхода в случае изменения навигационной обстановки.

9). Изучить приливо-отливные течения в районе и оценить их влияние на безопасность прохода или стоянки.

10). Изучить гидрометеорологические факторы, предполагаемые в районе на время прихода, при необходимости нанести данные на карту, оценить их влияние на безопасность плавания.

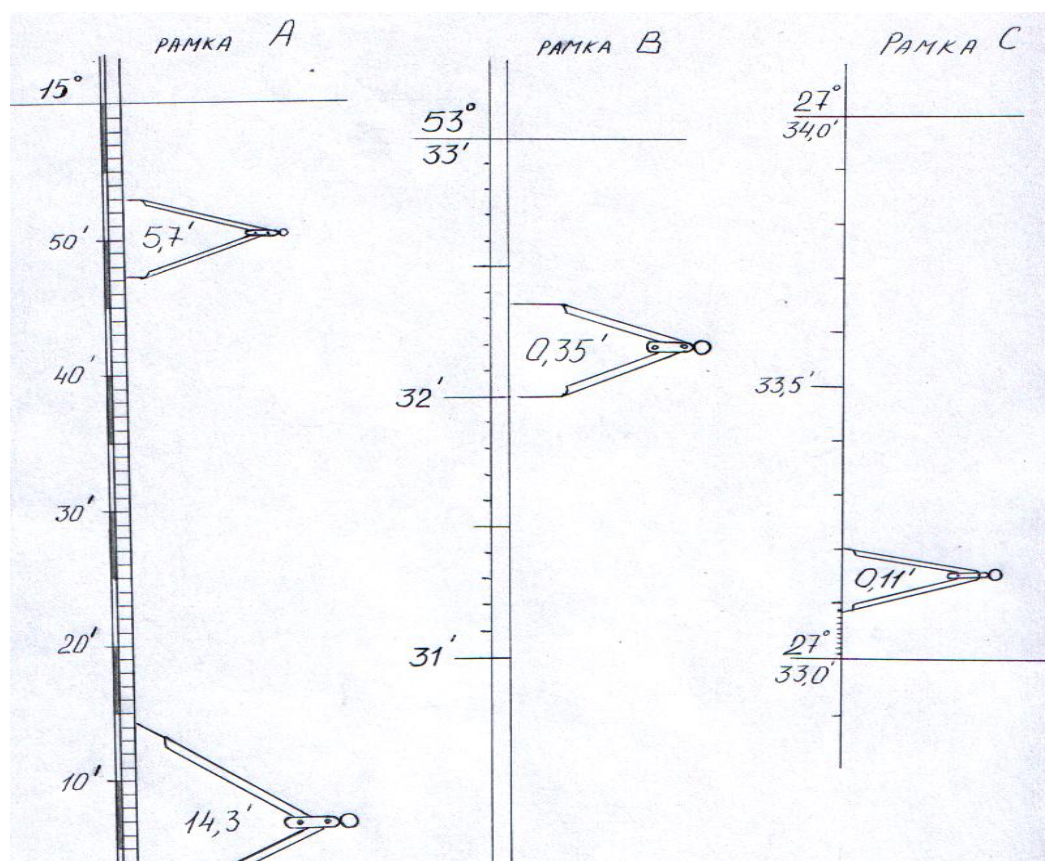
11). Выделить значения поправок для использования на данной карте глобальной радионавигационной спутниковой системы (GPS).

12). Ну и, наконец, приступить к прокладке курса.

Всё, что мы сейчас делали, является неотъемлемой частью предварительной проработки перехода (но это отнюдь не всё, не радуйся, читатель!) Это только часть того, что касается непосредственно навигации.

О том, как на карте прокладываются направления, мы уже неоднократно говорили. Теперь пришло время поговорить о расстояниях и скоростях (ясное дело, что скорость, как таковую, на карте не нарисуешь, а вот оценить её величину при манёврах, действии каких-либо факторов, или просчитать с её помощью время прихода в определённую точку мы, с помощью карты, можем). Здесь же мы разберём способы снятия и нанесения географических координат.

Итак, расстояния у нас снимаются, как мы уже говорили, с вертикальных рамок карты (наиболее близко к той параллели, в которой ведётся данный участок прокладки). Для этого мы используем измеритель. На вертикальных рамках (правой и левой) нанесены значения наших широт в градусах, минутах и десятых долях минуты (правда, в зависимости от масштаба, одна целая минута может разбиваться на деления 0,2, 0,5, вообще не разбиваться). На некоторых картах широты приводятся в градусах, минутах и секундах дуги меридиана. Посему, перед тем, как что-то чертить на карте, всегда необходимо посмотреть на рамки, определиться, какими отрезками представлены минуты дуги, на какие более мелкие доли эти отрезки разбиты. Сейчас мы рассмотрим несколько рисунков, на которых это демонстрируется (рис. 12.10, 12.11, 12.12).



### Рис. 12.10. Примеры снятия расстояний с различных видов рамок карт

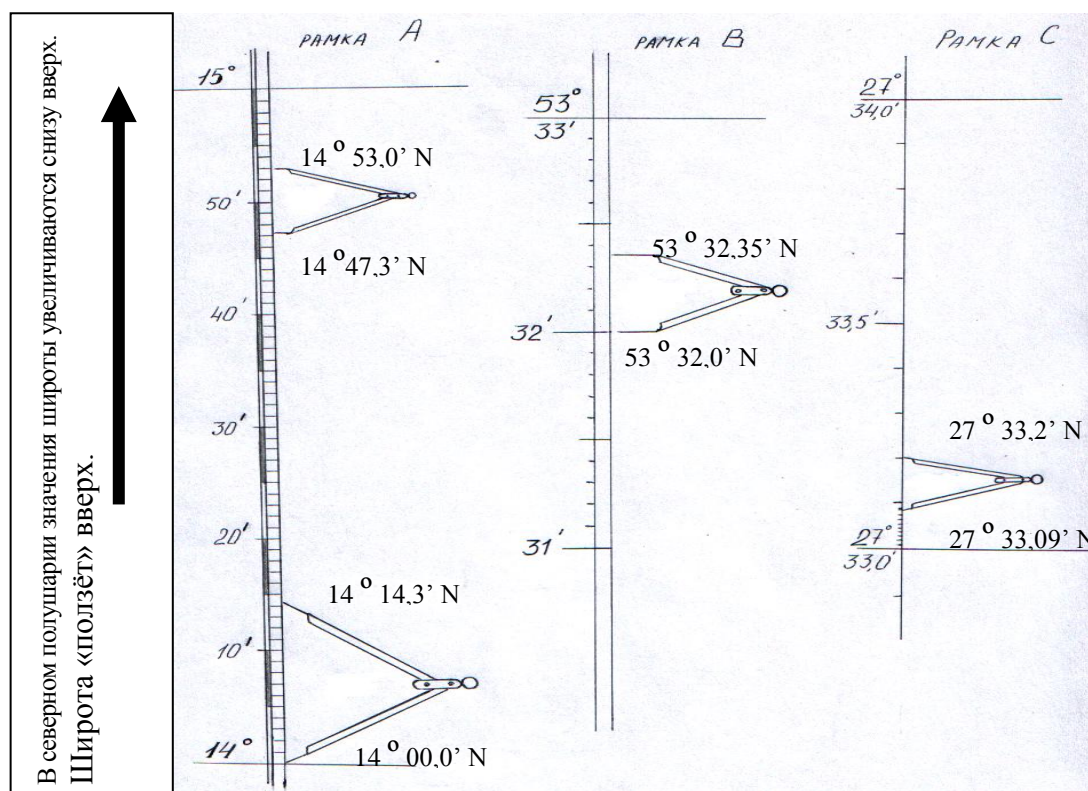
Здесь мы видим, что сориентироваться можно. Рамка А – это рамка обычной путевой карты масштаба 1 : 500 000 издания Британского Адмиралтейства. Тут наименьшим отрезком является одна морская миля. Её десятые доли в наших примерах мы прикинули «на глаз» (естественно, на выпуклый морской глаз). Рамка В – рамка карты очень крупного масштаба, почти что плана. Самое маленькое деление здесь – одна десятая доля морской мили (как мы помним, это кабельтов). А сотые доли мы снова прикинули примерно на глаз (такая точность на практике вполне допустима). Рамка С – вполне определённо рамка плана. И самое маленькое деление здесь – сотые доли минуты. Обратите внимание, что эти самые маленькие деления приведены только на одном отрезке рамки, равном одной десятой. Так сделано для того, чтобы не перегружать рамку визуально. Иначе ей будет неудобно пользоваться. Для наглядности я нарисовал сами измерители так, как они «работают» на самом деле, а внутри их указал значения снимаемых величин.

Думаю, что всем уже понятно, что рамки карты наносятся, в общем-то, для того, чтобы ориентироваться в координатах, в первую очередь. Расстояния мы снимаем с них в силу построения самой проекции (что нам просто удобно). Так как же теперь в этих координатах ориентироваться? Да тоже несложно. Только теперь мы будем использовать и горизонтальные и вертикальные рамки. При указании координат на море всегда **сначала приводится широта, а потом долгота**. Рамки широт у нас – вертикальные, а рамки долгот – горизонтальные. Сначала научимся находить соответствующие широты и долготы на рамках, а потом и их прокладывать на карте. Тут тоже нужно быть внимательным (как всегда, а что делать...). Перво-наперво следует определиться с наименованием широты (северная или южная) и долготы (западная или восточная). Вот из рисунков приведённых выше рамок это, на первый взгляд, не ясно, ведь наименования широт там не указаны. Это так. А подумать?

Мы уже прошли достаточно много теории, чтобы попытаться приложить её к практике. Ведь широты у нас идут от нуля на экваторе до 90° на полюсах. Северный полюс **всегда** будет в верхней части карты. И если

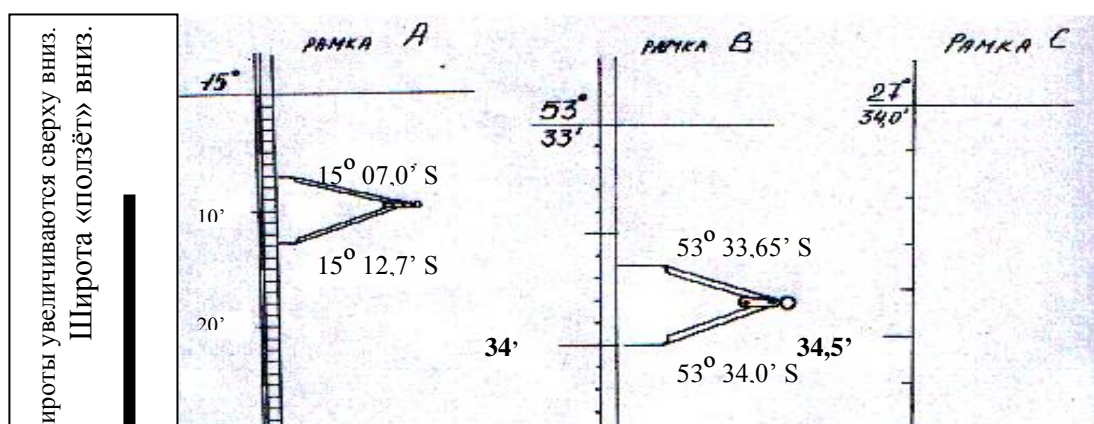
значения широт у нас увеличиваются от нижней части к верхней, то, значит, мы находимся где-то на отрезке пути от экватора на северный полюс, т.е., в северном полушарии. Так, все наши рамки находятся как раз в северном полушарии. Если же значения широт, наоборот, увеличиваются «сверху вниз», то есть чем ниже мы спускаемся по рамке карты, тем значение широты больше, то мы – в южном полушарии и наши широты будут иметь наименование S.

Далее само значение широты приводится тоже, как бы по нарастающей. Сначала целые градусы, потом (в сторону увеличения широты) минуты и доли минут. Так на практике мы, определив, куда (вверх или вниз) растёт наша широта (**а растёт она от нуля градусов!**), определяя её, сначала найдём, через какое целое значение градуса она «проползла», а потом – до какого значения минут и долей минуты «доползла». В этом во-



просе очень часто путаются, поэтому опять займёмся рисованием.

**Рис. 12.11. Отсчёт значений широты на рамках карты. Северное полушарие**





**Рис. 12.12. Отсчёт значений широты на рамках карты.  
Южное полушарие**

На наших рисунках указаны координаты, соответствующие каждому положению игл каждого из измерителей.

В южном полушарии картина будет «зеркальна», то есть широта будет «ползти» вниз. Её значения будут увеличиваться сверху вниз.

На рисунках точно также приведены конкретные значения широт для каждого из положений иглы измерителя. Для лучшего усвоения этих хитростей я настоятельно рекомендую очень внимательно просмотреть оба рисунка по принципу «найди 10 различий» (хоть там их и больше). Важно не только эти различия найти, но и понять, почему вообще они появились. Ну, вроде о широте представление получили.

Теперь перейдём к **долготам**. Опять будем иметь тот же принцип. Только если в случае с широтами мы оперировали понятиями вверх-вниз, то долготы будут «ползать» вправо-влево. Соответственно, восточная долгота ползёт вправо, а западная – влево. По этим принципам мы точно также сможем определить в каком, восточном или западном положении мы находимся. Правда наименование долготы на карте всегда приводится и так. Но а если вдруг и не приведут, так нам бояться нечего, нас не запугаешь, мы ведь не зубрили, нам, главное, принцип ясен. А против принципа не попрёшь! Для полного понимания я снова нарисую картиночку(рис. 12.13).

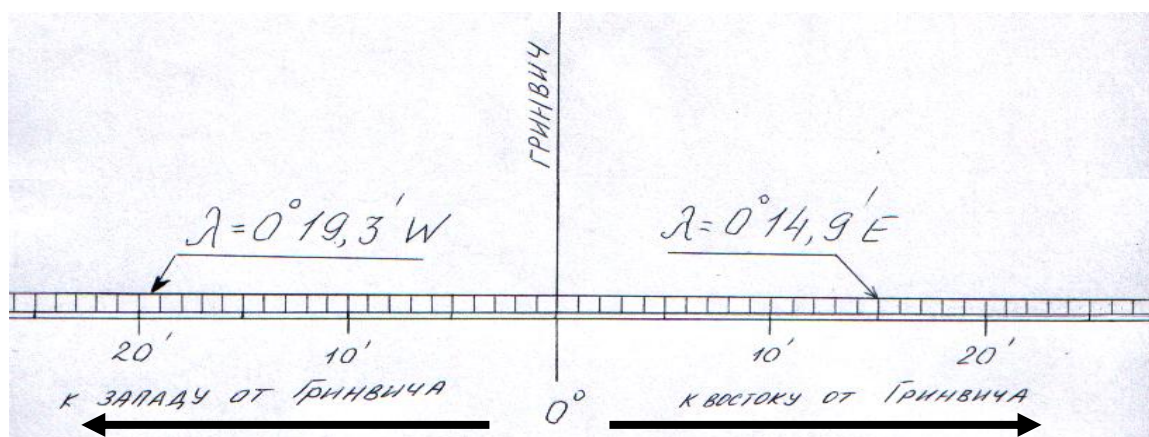


Рис. 12.13. Отсчёт значений долготы на рамках карты

Теперь порешаем немного практические задачи. Первая из них звучит: «Как по имеющимся координатам нанести на карту точку?».

Перво-наперво находим долготу по нижней рамке и прикидываем, к какому, левому или правому краю карты будет ближе наша точка (это чисто для удобства). Затем, на соответствующей (левой или правой) вертикальной рамке находим значение данной широты (рис. 12.14). Иглу циркуля устанавливаем на точку пересечения ближайшей к значению нашей широты параллели с рамкой карты, а карандаш – на само значение широты. (*Действие 1*).

Находим ближайший к нашей долготы меридиан. Из точки его пересечения с той же параллелью, «в которую мы утыкали иглу циркуля» откладываем на меридиане значение широты. Получаем точку *A* и расстояние *a*. (*Действие 2*).

Утыкаем иглу в точку пересечения ближайшего к нашей долготы меридиана (на котором мы только что откладывали широту) с нижней рамкой карты, а карандаш – в само значение долготы. (*Действие 3*).

Теперь, не меняя раствора циркуля, откладываем полученную величину долготы на параллели из точки пересечения ближайших параллели и меридиана (из этой точки мы уже откладывали значения широты). Получаем точку *B* и расстояние *b*. (*Действие 4*).

Из точки *A* откладываем расстояние *b*, а из точки *B* – расстояние *a*. В пересечении их и будет искомая точка.

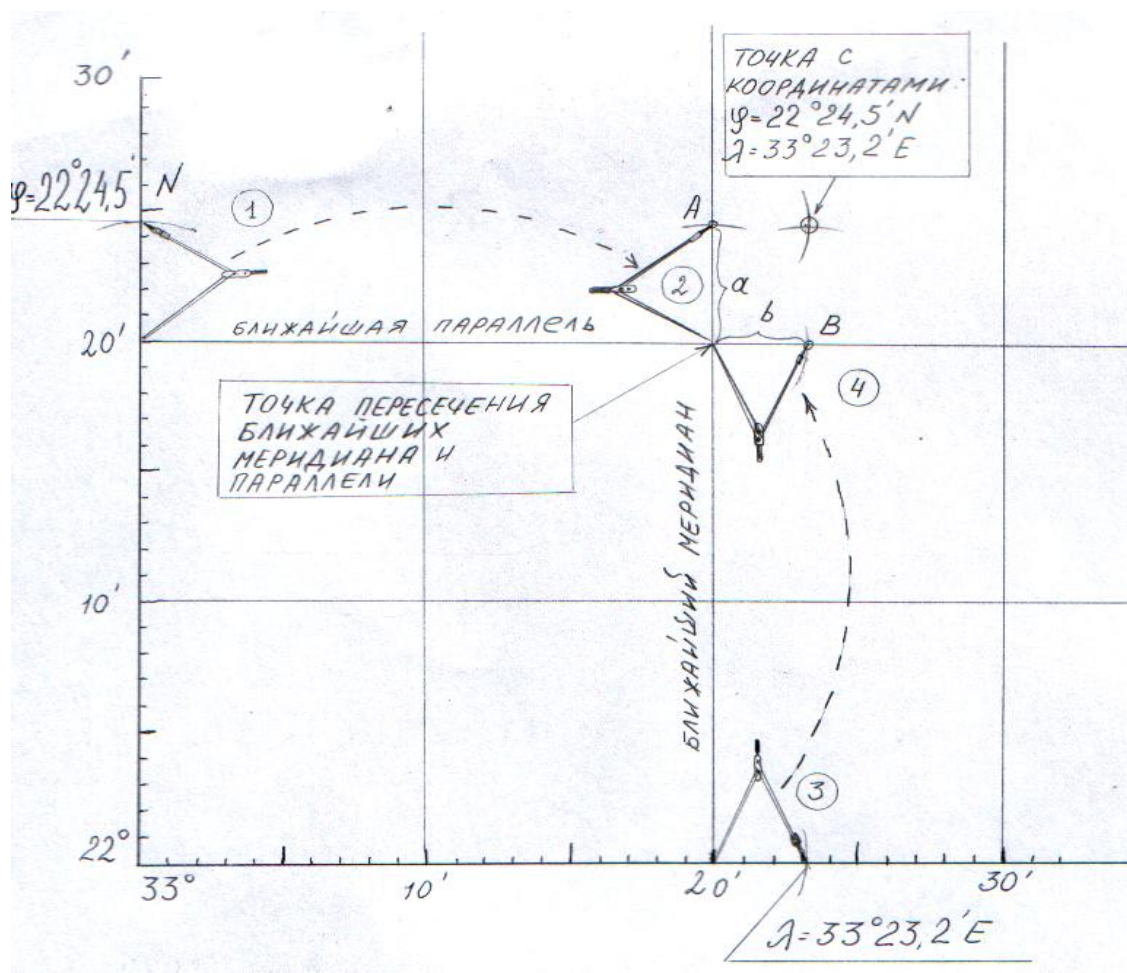


Рис. 12.14

Теперь более менее ясно. Ту же самую задачу можно решить и с помощью параллельной линейки, карандаша и циркуля, или измерителя. Параллельной линейкой переносим линию широты до точки *A*, после чего выполняем действия 3 и 4. Вообще говоря, вариантов много, главное понять суть. А суть такова: чтобы получить точку на карте по заданным координатам, нужно любым доступным геометрическим способом проложить из отметки широты на рамке карты эту широту (продолжить параллель), а из отметки долготы на карте – долготу (продолжить меридиан). В точке их пересечения – искомое местоположение (рис. 12.15).

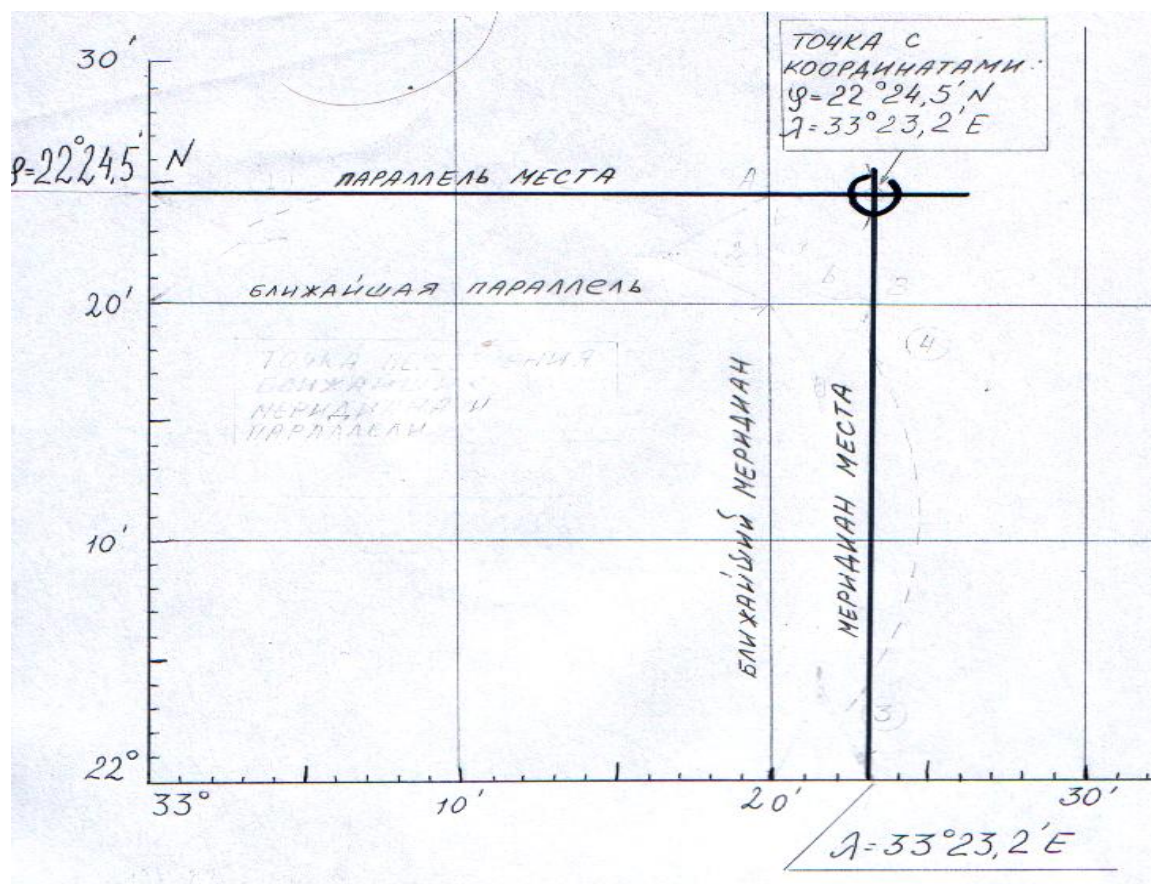


Рис. 12.15

Суть операции по снятию координат уже находящегося на карте объекта точно такая же. Просто порядок действий обратный тому, который мы только что разобрали. Можно использовать только измеритель, а можно и параллельную линейку.

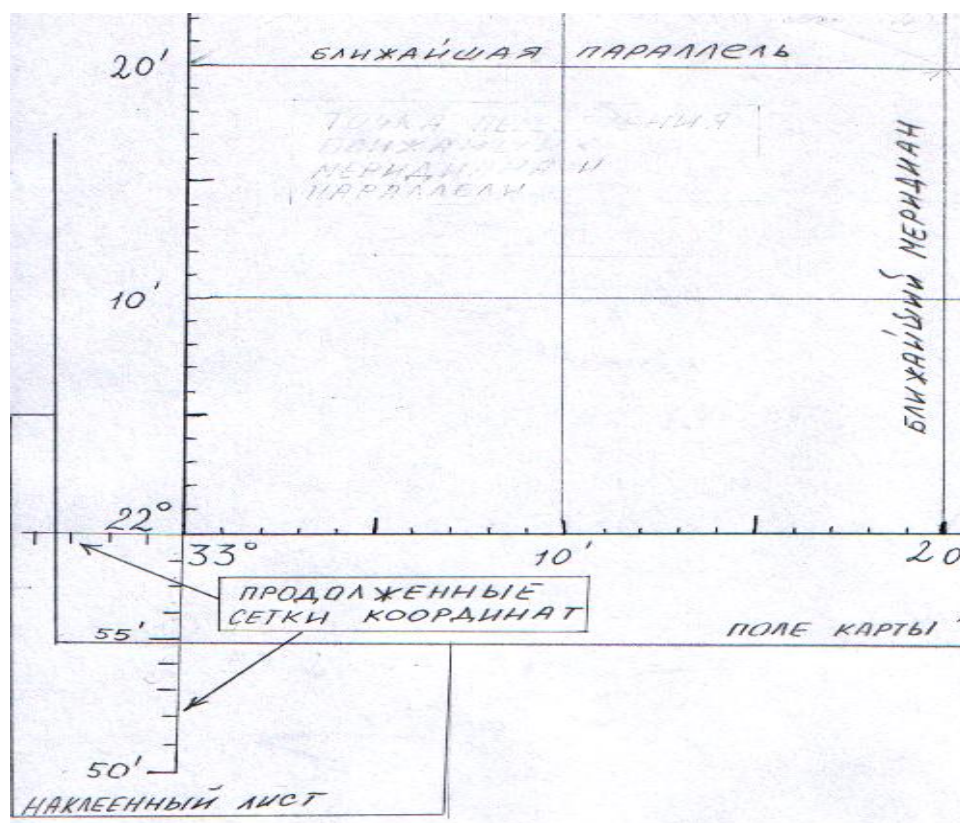
Измерителем берётся расстояние до ближайшей параллели (аналогично действию 2, рис. 12.14). Не меняя раствор циркуля, одну его иглу ставим в точку пересечения этой ближайшей параллели со шкалой широт на вертикальной рамке карты, другую – на шкалу широт. Снимаем искомое значение широты (аналогично действию 1, рис. 12.14).

Измерителем берётся расстояние до ближайшего меридиана (аналогично действию 4, рис. 12.14). Не меняя раствор циркуля, одну его иглу ставим в точку пересечения этого ближайшего меридиана со шкалой долгот на горизонтальной рамке карты, другую – на шкалу долгот. Снимаем искомое значение долготы. (Аналогично действию 3, рис. 12.14).

Параллельной линейкой действуем следующим образом. Устанавливаем её параллельно ближайшей широтной линии (параллели), накладываем сверху транспортир и держим его. Линейку двигаем, удерживая вплотную к основанию транспортира до пересечения с сеткой широт на рамке

карты. В пересечении снимаем широту. Точно так же и с долготой, только линейку устанавливаем параллельно меридиану.

Говоря о координатах, нелишне будет разобрать один небольшой момент. Довольно часто случается, что, по каким-либо причинам, некая точка находится за рамкой карты, но совсем недалеко и при этом нет необходимости переходить на другую карту. При такой ситуации у нас есть возможность нанести точку и за рамкой карты (если, конечно, нам позволяет пространство свободных полей). Для этого нужно просто продолжить координатные сетки широт и долгот, нанеся на них значения градусов, а далее пользоваться этими, продолженными сетками (рис. 12.16). В некоторых случаях (но это случается крайне редко) можно даже приклеить к оборотной стороне карты чистый лист бумаги, который увеличит размер свободного поля и продолжать координатную сетку на этом чистом листе. Демонстрирую наглядно.



**Рис. 12.16. Построение дополнительной сетки координат для точки, находящейся недалеко за пределами границ карты**

В заключение данной главы хочется остановиться на процессе перехода с карты на карту и заострить внимание на этом вопросе. Переход с одной карты на другую производится, если путь судна продолжается за пределами данной карты, или появляется необходимость использовать карту другого масштаба для конкретных обстоятельств плавания.

Существует, в общем случае, два метода перехода с одной карты на другую, а именно – по координатам и по пеленгу и дистанции. Как частные случаи можно рассмотреть методы переходов по наблюдениям (когда наблюдаемая точка «попадает на обе карты») – просто на обеих картах производят одни и те же построения точки. Обратите внимание на переход по наблюдениям с GPS. Тут нужно обращать внимание на предупреждения в заголовке карты, о которых мы говорили выше.

Переход по координатам осуществляется простым снятием координат точки на одной карте и нанесением этих координат на другую. Такой метод не очень точен, по причине разнообразных несоответствий в построении самих карт (могут быть использованы разные референц-эллипсоиды, карты разных гидрографических служб и т.д.).

Выше названные ошибки в определённой мере компенсируются, если осуществить переход по пеленгу и дистанции на такой ориентир, который имеется на обеих картах.

Раз уж мы заговорили о неточностях и несоответствиях при построениях карт, остановимся ещё на одном практическом аспекте. По причине этих самых несоответствий при плавании между берегами (в проливе), особенно между берегами, относящимся к разным континентам, для определения места своего судна старайтесь всегда выбирать ориентиры, находящиеся на одном из берегов (обычно – ближайшем к вам). Если вы попытаетесь определяться по обоим берегам, то увидите, что точки места судна, определённого практически в одно и то же время, ложатся на карту довольно далеко одна от другой, а это может привести к лишним сомнениям, что никому не нужно.

### **13. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЙ НАВИГАЦИИ. ПОПРАВКИ ПРИБОРОВ**

Вопросами принципа действия, устройства, правильной эксплуатации и обслуживания технических средств судовождения занимается отдельная и очень обширная наука. Объём и назначение настоящей книги не подразумевают подробный разбор таких тонкостей. Однако судоводителю, даже в самом первом приближении, необходимо представлять себе самые общие понятия об этих приборах, особенностях их использования и наиболее важных погрешностях снимаемых с них данных. Для более глубокого изучения этой части я настоятельно рекомендую читателю обратиться к специальной литературе.

### 13.1. ГИРОКОМПАСЫ

В настоящее время гирокомпасы являются на судах основными приборами курсоуказания. Их репитеры используются для определения таких направлений, как пеленги и курсовые углы. Системы гирокомпасов соединены с системами авторулевых, что позволяет осуществлять, если позволяет навигационная обстановка, автоматическое удержание судна на заданном курсе.

Принцип действия гирокомпасов основан на способности гироскопа (а гироскоп, это, грубо говоря, просто волчок) сохранять заданное направление без дополнительного воздействия внешних сил и изменять это направление при их воздействии (прецессировать). В качестве такого внешнего воздействия в гирокомпасах используется сила тяжести, разворачивающая чувствительный элемент вслед за плоскостью истинного меридиана, в результате чего гирокомпас указывает направление на север. Гирокомпасы бывают различных типов, их производит немало фирм. Поэтому, как, впрочем, и при работе с любым прибором, сначала необходимо ознакомиться с инструкцией по пользованию гирокомпаса, находящегося на вашем судне.

Однако гирокомпасы указывают на север не совсем точно, а в высоких широтах совсем не точно. То есть, имеют место различные погрешности в их работе. Остановимся на тех из них, с которыми наиболее часто приходится встречаться на практике.

**Скоростная погрешность.** Она возникает в результате собственного движения судна, и величина её зависит от величины скорости судна. В большинстве гирокомпасов такая погрешность компенсируется автоматическими или полуавтоматическими корректорами.

**Инерционная погрешность.** Возникает при изменениях скорости и курса судна при маневрировании и практически пропадает через некоторое время после завершения манёвра (подобно тому, как реагирует на манёвры картушка магнитного компаса). В современных гирокомпасах такая погрешность частично компенсируется специальными успокоителями. Её величина, в общем случае, незначительна.

**Инструментальные погрешности.** Появляются в результате несовершенной технологии изготовления самого прибора или его конструктивных недостатков.

**Погрешность от неправильного ввода широты.** Откуда возникает, ясно из названия. Так что не следует забывать выставлять широту плавания судна на соответствующем приборе в системе гирокомпаса.

Совокупность всех погрешностей образует поправку гирокомпаса (**ΔГК**). Поправка должна определяться, как минимум, ежевахтенно. Наи-

более распространёнными методами её определения являются астрономические, по наблюдениям небесных светил. Здесь мы остановимся на чисто навигационных способах.

1). При стоянке судна у причала, когда его местоположение точно известно, снимаем с карты значение истинного пеленга (*ИП*) на достаточно удалённый ориентир, а затем берём фактический пеленг на него с использованием репитера гирокомпаса и его пеленгатора (так называемый *гирокомпасный пеленг - ГКП*). Сравниваем полученное значение со значением, снятым с карты, получаем поправку  $\Delta GK = ИП - ГКП$ .

**Примеры:**

$$ИП = 254,2^\circ \quad ГКП = 253,8^\circ$$

$\Delta GK = 0,4^\circ = 0,4^\circ E$  (поправка со знаком «+» направлена, как мы помним, к востоку)

$$ИП = 246,2^\circ \quad ГКП = 248,0^\circ$$

$\Delta GK = -1,8^\circ = 1,8^\circ W$  (поправка со знаком «-» направлена, как мы помним, к западу)

2). В момент пересечения створа, направление которого известна, снимаем его гирокомпасный пеленг. Используя те же формулы, получаем поправку гирокомпаса.

3). Если на судне есть другой гирокомпас, поправка которого точно известна, то поправку можно определить сличением его показаний с показаниями гирокомпаса, поправку которого мы хотим узнать.

Поправки гирокомпаса (как и магнитного) должны определяться ежевахтенно и результаты такого определения должны заноситься в специальный журнал, который, кроме того, что бывает на самом деле полезен (хоть и редко), часто проверяется на берегу контролирующими организациями. Так что пренебрегать им ни в коем случае не стоит.

Показания с гирокомпаса и его репитеров снимаются аналогично снятию показаний с магнитного компаса, только при пеленговании мы получаем пеленг с судна на ориентир, т.е. прямой. Картушка гирокомпаса тоже подобна картушке магнитного компаса, имеет круговую разбивку. Правда, на подавляющем большинстве гирокомпасов картушка как бы двойная. Она состоит из двух частей. Первая – внешний круг – разбита на  $360^\circ$ , как в магнитном компасе, а вот вторая – внутренний круг – представляет собой более точную шкалу, по которой любое направление можно снимать с точностью до десятых долей градуса.

## 13.2. ЛАГИ



*Лаг* – прибор для измерения скорости судна и пройденного им расстояния. Лаги бывают относительные и абсолютные. Относительные, в общем случае, показывают скорость и пройденное расстояние относительно воды, а абсолютные – относительно грунта.

Относительные лаги, в зависимости от принципа их действия, подразделяются на индукционные, гидродинамические и вертушечные (правда, последние в наше время встретишь, скорее, только в музеях).

Абсолютные лаги подразделяются на гидроакустические доплеровские (в основе их работы лежит эффект Допплера), геомагнитные и инерциальные. На судах в настоящее время наиболее распространены доплеровские и индукционные лаги.

Необходимо помнить, что все лаги так или иначе имеют погрешности и на их показания нужно полагаться с определённой осторожностью. Строго говоря, такие погрешности зависят от многих факторов и они, в сумме, дают не постоянную, «плавающую» поправку. Поправку лага ( $\Delta L$ ), или, в зависимости от обстоятельств, коэффициент лага ( $K_l$ ), нужно определять, и иногда довольно часто. Если вести прокладку аккуратно, то при частом маневрировании курсом и скоростью (и особенно на малых скоростях), поправка лага может в течении, например, часа, значительно изменяться до десяти раз.

Поправку лага, или его коэффициент, определяют сравнением считанных координат с обсервованными. Поправка лага – это величина, которой исправляют (сложением или вычитанием) разность отсчётов лага, чтобы получить значение пройденного судном расстояния, наиболее близкое к действительному. На величину коэффициента умножают разность отсчётов лага с той же самой целью.

При ведении счисления на каждый необходимый момент времени снимают отсчёт лага ( $OL$ ). Далее, вычитая из последнего  $OL$  предыдущий, получают разность отсчётов лага ( $POЛ$ ), которое и есть пройденное судном расстояние, но *по лагу!*  $Sl$  – это фактически пройденное судном расстояние между двумя отсчётами лага, полученное по обсервациям. Итак, формулы для расчётов, связанных с лагом.

$$OL_2 - OL_1 = POЛ \quad (13.1)$$

$$\frac{Sl - POЛ}{POЛ} 100 \% = \Delta L \quad (13.2)$$

$$K_l = \frac{Sl}{POЛ} \quad (13.3)$$

Поправка лага и коэффициент лага – величины взаимосвязанные, что может быть выражено формулой:

$$Kл = 1 + \frac{\Delta L}{100} \quad (13.4)$$

В настоящее время контроль за скоростью судна и пройденным им расстоянием на практике, чаще всего, осуществляют с помощью GPS, показания которого очень точны. Однако полностью забывать про лаг не рекомендую. Мало ли что...

### 13.3. ЭХОЛОТЫ И ЛОТЫ

**Эхолот** – прибор для измерения глубины под корпусом судна. Ручной лот – простое приспособление для измерения глубины. Но о ручном лоте позже. Принцип действия эхолота основан на измерении времени прохождения в воде посланного и отражённого импульса ультразвуковых колебаний от судна до грунта и обратно. Современные эхолоты удобны в работе и достаточно надёжны. Однако и они, конечно, имеют разнообразные погрешности и неточности, о которых нам необходимо знать обязательно, чтобы избежать ошибок в определении безопасной для нашего судна глубины. Итак, вот эти погрешности:

1). За счет изменения действительной скорости распространения звука в воде от расчётной. Эта скорость зависит от плотности воды, её солёности и гидростатического давления. Расчётная же скорость – величина осреднённая.

2). Из-за качки. При качке вибраторы посылают и принимают сигналы не вертикально вниз, а с отклонением от вертикали. Поэтому на качке эхолот покажет большую глубину.

3). Из-за типа грунта. При мягком, илистом грунте всегда присутствует взвесь частиц ила, находящаяся выше уровня самого грунта. От неё, обычно, и отражается сигнал, показывая, соответственно, меньшую глубину. На очень твёрдом грунте на малых глубинах эхо-импульс может отразиться строго вертикально и, вместо вибратора-приёмника, прийти на вибратор-излучатель. Тогда эхолот вообще ничего не покажет.

4). Погрешность за базу между вибраторами. Её значения приводятся в документации на эхолот в виде таблицы в зависимости от измеренной глубины.

5). Погрешности за иные источники помех и шумов: гидроакустических, электрических, вибрационных.

Поправка эхолота рассчитывается при сравнении показаний прибора с фактической глубиной, измеренной с помощью **ручного лота** (рис. 13.1).

Такое сравнение обычно производят при условии, что под килём судна находится достаточно плотный и чистый грунт. Вот мы, кстати, и дошли до ручного лота. Что ни говори, а это очень надёжный, как всё простое, прибор. Он представляет собой верёвку (а по-морскому – конец, или кончик – **лотлинь**.) с грузом-гирей. Гиря имеет в нижней части углубле-

ние, которое смазывают смесью сала с толчёным мелом, что позволяет брать образцы грунта.

Лотлинь специальным образом разбит на деления, соответствующие метрам. Перед разбивкой лотлинь специально вымачивают в воде и вытягивают, примерно до такого же состояния, какое он примет в воде под тяжестью груза. Разбивку производят, начиная от места соединения лотлиня с грузом. Через каждые 10 метров в лотлинь вставляют (вплеснивают) разноцветные кусочки ткани – *флагдухи*. Красный соответствует 10 метрам, синий – 20 м, белый – 30 м, жёлтый – 40 м, бело-красный – 50 метрам. Каждый десятиметровый отрезок разделяется пополам так называемыми марками (изготовленными из кожи) с топориками: 1 топорик для 5 м, 2 для 15 м, 3 для 25 м, 4 для 35 м, и 5 для 45 м. В свою очередь, каждый пятиметровый участок разбит на метровые отрезки кожаными марками с зубцами: 1 зубец для первого метра, 2 для второго, 3 для третьего, и 4 для четвертого. Такой лот применяют для измерения глубин до 50 м.

Для глубин до 150 метров используют *диплот*. Длина диплотлиня 155 м, груз весит 8-16 кг. Первые 50 метров диплотлиня разбиваются (развязываются, по-морскому) так же, как обычный лот. От 50 до 100 м диплотлинь разбивается кожаными марками с зубцами и флагдухами. Марки с зубцами вплесниваются через 2 метра. Отметке 60 метров соответствует красный флагдух, 70 – синий, 80 – белый, 90 – желтый, 100 – бело-красный. От 100 до 150 м диплотлинь разбивается так же, как и на участке 0 – 50 метров.

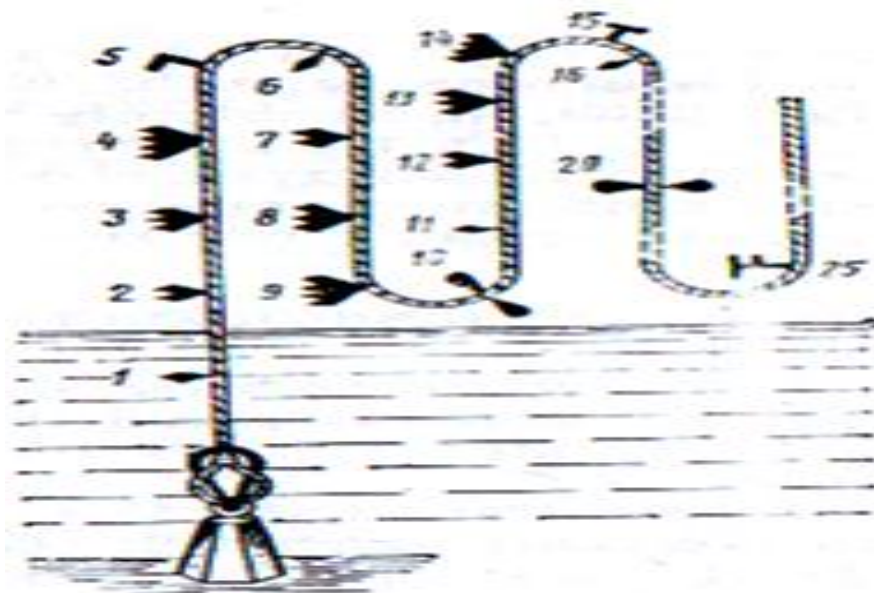


Рис. 13. 1. Ручной лот

#### 13.4. РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ

Радиолокационная станция (РЛС) – важнейшая из современных навигационных систем. Она используется для обнаружения объектов на дальних (и близких тоже) расстояниях, слежения за этими объектами, оцен-

ки навигационной обстановки, определения места судна. Это «глаза» современного судоводителя. В наши дни уже почти повсеместно РЛС соединены в единый комплекс с системой автоматической радиолокационной прокладки (САРП), что позволяет операторам не только обнаруживать объекты, но и определять элементы их движения (скорость, курс, время и дистанцию кратчайшего сближения) и оценивать возможные действия по уклонению от потенциальной опасности.

Самые современные РЛС имеют, кроме того, возможность использования электронных карт. Это значит, что судоводитель видит на экране (рис. 13.2) обычную навигационную карту со всей содержащейся на ней информацией, и по этой карте, а не по «голому» экрану, передвигаются цели. При этом обнаруженные РЛС берега «привязываются» к электронной карте с помощью координат, поступающих на РЛС от GPS. В общем – космос! И выглядит современная РЛС ничем не менее круто, нежели приборы в кабине космического корабля, как мы себе её представляем. Поэтому перед тем, как приступить к работе с РЛС, я не побоюсь этого слова, прочитай инструкцию! Словом, учите матчасть!



**Рис. 13.2. Приёмник радиолокационной станции**

Здесь мы коснёмся только некоторых особенностей работы с этим оборудованием, которые являются общими для всех РЛС и обойтись без которых нельзя.

Принцип действия РЛС состоит в испускании антенной электромагнитной волны сверхвысокой частоты, которая, отражаясь от объекта, возвращается обратно. Волны распространяются прямолинейно и с постоянной скоростью, что позволяет вычислить расстояния до объекта, зная время, за которое волна «вышла» и «вернулась».

Так как в нашей книжке мы разбираем решение навигационных задач, в основном касаясь способов определения местоположения нашего судна, что, применительно к данному разделу, означает опознавание объектов и определение их параметров (пеленга и дистанции), то и говорить

мы будем вначале об особенностях работы РЛС относительно этого аспекта. В силу принципа своей работы, РЛС не одинаково показывает все находящиеся в пределах досягаемости её волны объекты. Это связано с тем, что разные поверхности по-разному отражают электромагнитную волну (иначе говоря, имеют разные отражательные способности).

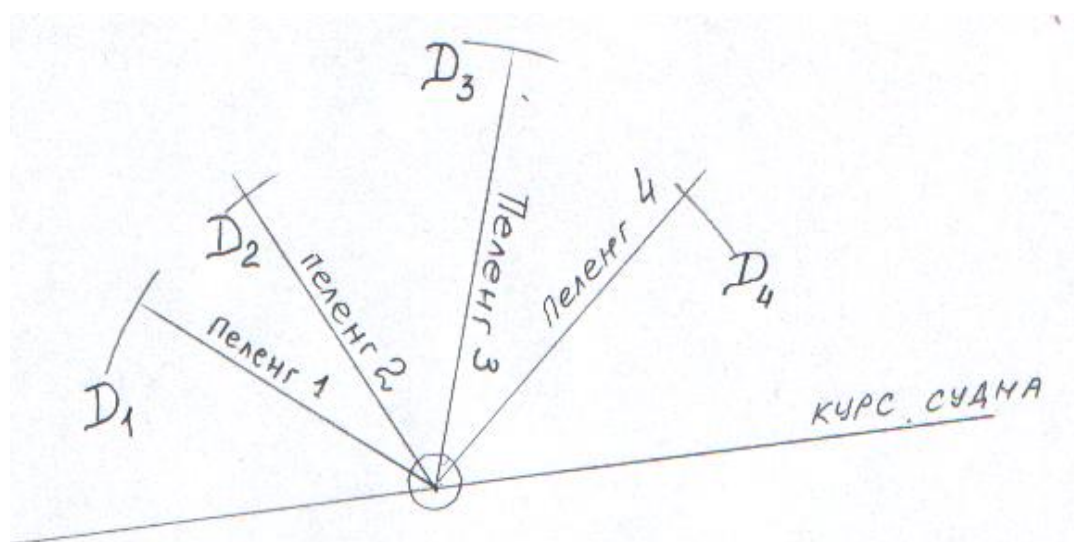
Некоторые из них вообще не отражают волны (ясно, что такой объект вообще не будет виден на экране РЛС). «Не любит» РЛС и низко расположенные объекты, такие, как, к примеру, песчаные пляжи, лёд, небольшие, особенно деревянные, суда. Всегда следует помнить о том, что такие объекты отображаются, как минимум некорректно и их нельзя использовать для ОМС. Наоборот, крупные объекты, имеющие плотную поверхность, на экране хорошо видны. Следовательно, для нас наилучшими являются крутые, обрывистые берега, а главное, достаточно крупные точечные ориентиры (малые островки, оборудованные радиолокационными отражателями для лучшего обнаружения с помощью РЛС буи и т.п.).

Из всего сказанного понятно, что важнейшей для судоводителей задачей является правильное опознание берега, отражаемого на экране станции, для того, чтобы корректно использовать обозначенные на карте радиолокационные ориентиры для ОМС.

На практике задача эта чаще всего решается простым визуальным сравнением картинка на экране и изображения объектов на карте. Однако всегда следует проверять такой способ различными методами.

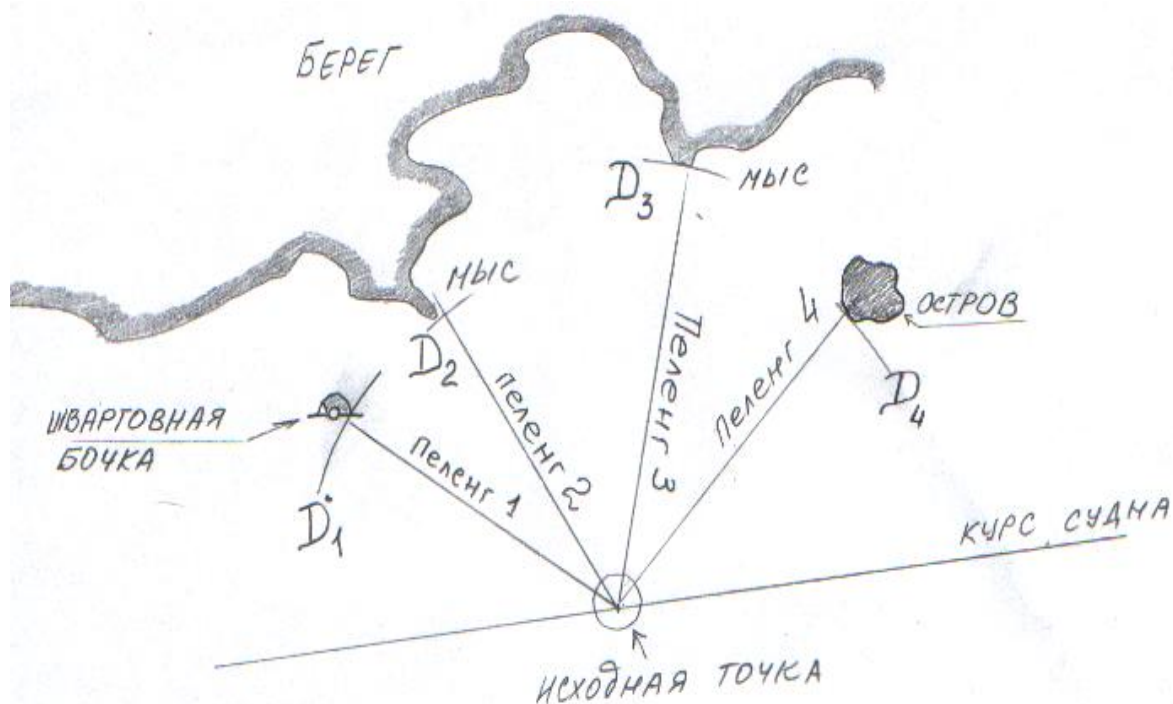
Самым простым является одновременное определение места своего судна с помощью GPS и радиолокатора, с помощью измерения радиолокационных пеленга и расстояния до предполагаемого опознанного объекта. Если полученные обоими методами места совпадают, с большой долей вероятности можно предполагать, что ориентир опознан правильно.

Существует и другой, чуть более трудоёмкий, зато значительно более надёжный способ – *способ веера*. Если на экране отражается несколько приметных радиолокационных ориентиров (выступающие мысы, островки, буи и т.п.), то на них как можно быстрее берутся пеленга и соответствующие им расстояния (дистанции D). Данные, чтобы не забыть, записывают. Далее берётся калька, на которой курс судна, полученные пеленга и дистанции прокладываются из одной (исходной) точки в масштабе используемой для прокладки карты, что визуально напоминает веер, отсюда и название метода (рис. 13.3).



**Рис. 13.3. Веер пеленгов и расстояний**

Затем калька накладывается на карту в предполагаемом месте нахождения судна. Перемещая кальку по карте (стараясь, чтобы линия начерченного на ней курса была параллельна и близка линии курса, проложенного на карте), мы пытаемся совместить конечные точки нашего веера с ориентирами, изображенными на карте. Когда это удаётся, в исходной точке на карте делается накол циркулем. Операцию повторяют два-три раза. Если наколы располагаются на линии, параллельной нашему курсу (а ещё лучше – на ней), берег можно считать опознанным (рис. 13.4).



**Рис. 13.4. Опознавание берега с помощью веера пеленгов и расстояний**

Здесь же необходимо сказать несколько слов об определении места судна с помощью радиолокатора. Принцип несложен и он заключается во взятии пеленгов и определении расстояний до опознанных ориентиров с последующей прокладкой их на карте.

Наиболее достоверным на практике считается метод ОМС по трём дистанциям. Определяют место и по двум дистанциям, по пеленгу и дистанции, по двум и более пеленгам. При этом очень важно помнить о подборе ориентиров для ОМС. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы линии положения, используемые для этого, располагались под углом, наиболее близком к  $90^\circ$ . Это значительно уменьшает ошибки в ОМС. С этой точки зрения способ определения по пеленгу и дистанции является идеальным, т.к. угол между линиями положения как раз и равен  $90^\circ$ . Чем сильнее этот угол отличается от  $90^\circ$ , тем больше погрешности. (Сказанное относится к двум ориентирам. Если их больше, то ситуация немного иная). Более подробно эти способы будут разобраны в главе «Определение места судна навигационными способами».

Здесь нам необходимо обязательно ознакомиться с факторами, влияющими на способность РЛС обнаруживать различные объекты. Это метеорологические факторы, такие, как сильный дождь, град, песчаные бури, снег, туман, волнение моря, изменения состояния атмосферы. Влияние их может быть скомпенсировано настройками самой РЛС, но лишь частично. Важно заметить, что радиолокационная станция может работать в двух диапазонах электромагнитных волн (длины волн 3 см и 10 см). Обычным считается режим 3 см-диапазона. Но как раз при наличии выше указанных факторов использование 10 см-диапазона приводит к лучшим результатам опознавания. Вообще говоря, особенно при плохой видимости, всегда полезно попробовать оба диапазона и оставить тот, который даёт лучшее изображение. А ещё лучше включить обе РЛС (обычно на судах их, как минимум, две) на разных режимах. Так оно надёжней.

Тема использования РЛС достаточно обширна и поэтому я рекомендую заинтересованному читателю приобрести специальную литературу и ознакомиться с её содержанием. Не пожалеете.

В заключение замечу, что на практически каждом судне у РЛС существуют так называемые «теневые сектора». Это пространства, на которых станция не может обнаруживать объекты, потому, что на пути электромагнитной волны находятся какие-либо судовые конструкции (мачты, трубы). Определённая зона вокруг судна тоже недостижима для волн (мешает сам корпус судна). Её иногда называют «мёртвой зоной радара». Все эти штуки на каждом судне определены, измерены и графически представлены на мостике для сведения судоводителей.

### 13.5. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (РНС)

Это фазовая РНС «Декка», фазовая РНС «Омега», Импульсно-фазовая РНС «Лоран-С» (честно говоря, сомневаюсь, что «Лоран» ещё действует). В наше время данные системы используются далеко не так часто, как в былые времена. Раньше работа с ними была неудобна и предполагала наличие на судне специальных карт и таблиц. Теперь, особенно с приходом современных GPS, надобность в РНС практически отпала. Но есть и прогресс. Современные приёмоиндикаторы РНС «Декка» и «Омега» показывают сразу координаты судна, так что работать с ними стало удобнее. Но систему нужно ещё настроить, а это уже никому не нравится. А что делать? Иногда приходится. Тут я опять отошлю читателя к специальной литературе и инструкциям по пользованию (куда ж без матчасти, опять же). Признаюсь, не силен я в этих вопросах и РНС не люблю. Насильно мил не будешь, такова жизнь. Если припрёт, сами разберётесь, но, думаю, уже не припрёт, если что, у нас всегда остаётся наш старый добрый, верный и надёжный друг – секстан. Но это уже мореходная астрономия.

### 13.6. СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (GPS)

Вот это вещь классная. Приёмоиндикаторы современной GPS сразу дают нам координаты нашего судна, которые можно просто и легко нанести на карту, и обсервация готова. Кроме того, GPS нам показывает истинную скорость судна, линию истинного пути, снос от заданного маршрута, может посчитать дугу большого круга, время прихода в пункт назначения и т.д. Умная машина. (Опять же – читай инструкцию). Точность определения места – десятки метров. По правде говоря это – самый точный способ ОМС в наше время. Однако нюансы всё-таки есть. Первый и самый главный – техника – она техника и есть, может сломаться и вообще отключиться. Да мало ли что ещё может. По этой причине никто вас не поймёт, если вы будете определять место только по GPS, находясь вблизи хороших визуальных или радиолокационных ориентиров. Тут положено определяться именно с их использованием.

Можно и нужно при этом контролировать свои точки по GPS, потому что в нашем деле лучше пере-..., чем недо-.... Ну и используемые способы построения навигационных карт в разных странах тоже должны приниматься во внимание. Об этом мы говорили в главе о морских картах. Величины поправок за используемые способы приводятся в заголовках карты, их нужно со своим знаком прибавлять к полученным по GPS координатам перед тем, как наносить последние на карту.



В конце этой главы хочу обратить внимание на поправки к приборам. Ясное дело, любой прибор, так или иначе, поправку иметь будет, ни что не идеально в этом мире. Такие поправки должны своевременно определяться, в соответствии с требованиями международных конвенций. Они, кроме того, должны быть размещены наглядно возле используемых приборов так, чтобы быть перед глазами оператора. Никогда не пренебрегайте данным правилом! Нет смысла очень подробно останавливаться на способах определения поправок. Главное – понять принцип. А принцип – сравнение с эталоном. За эталон (с небольшой натяжкой) можно принять известное значение какого-либо навигационного параметра, которое одновременно измеряется прибором. Две полученные величины и нужно сравнивать между собой.

## 14. ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ ПУТИ СУДНА И НАВИГАЦИОННАЯ ПРОКЛАДКА

Ну вот, уважаемый читатель, теперь у тебя имеется определённый минимум знаний, который позволяет перейти непосредственно к решению прикладных навигационных задач. В этой главе мы научимся вести счисление пути судна, оформлять его на морской навигационной карте, опять же, познакомимся с новыми понятиями.

Для обеспечения безопасного плавания судоводителю необходимо ясно ориентироваться в окружающей обстановке и чётко знать место своего судна. С целью решения этой задачи на МНК выполняются графические построения, отражающие направление пути, значения компасных курсов, величины взятых пеленгов и расстояний, расчёты по безопасному расхождению с обнаруженными объектами и т.п. Весь комплекс таких построений и называется *навигационной прокладкой*.

Перед началом перехода судоводители, под руководством капитана изучают весь комплекс навигационных условий на предстоящем переходе. Для этого используются морские навигационные карты, специальные карты, навигационные пособия (лоции, огни и знаки, радиосигналы). Ответственный помощник капитана наносит на карту предполагаемый маршрут перехода и дополнительную информацию (производит подъём карты). Это – *предварительная прокладка*.

Как только судно снимается в рейс, штурманский состав начинает вести тщательный учёт его элементов движения, курсов, скоростей, сноса от намеченного пути. Определяются и наносятся на карту местоположение судна, элементы воздействия внешних факторов (ветрового дрейфа и течения). Это – **исполнительная прокладка**.

Когда точное место судна не определено навигационными или иными способами, его наносят на карту, используя значения курса, которым оно следует, параметров внешних воздействий (если они определены) и скорости. Это – **счисление**. Само счисление производится непрерывно в течение плавания и его данные исправляются, при необходимости, когда штурман получает **обсервованное** место. Само счисление бывает двух видов – **графическое** и **письменное**.

Письменное счисление подразумевает расчёт координат места судна по формулам и известным данным и последующее нанесение его на карту. Метод применяется, в основном, при океанском плавании при использовании карт мелкого масштаба.

Графическое счисление подразумевает нанесение на карту линий пути с указанием курсов и других данных (о чём, подробнее, ниже), учёт сноса (если известны его параметры), и циркуляции судна. Сущность разницы между двумя этими методами в том, что при письменном счислении выше указанный комплекс графических построений не выполняется.

Место судна, полученное только в результате счисления, называется **счислимым местом**.

Тут же и разберёмся с понятием **циркуляция судна**. Циркуляция – криволинейная траектория (рис. 14.1), которую описывает **центр тяжести судна** при выведенном из прямого положения руле.

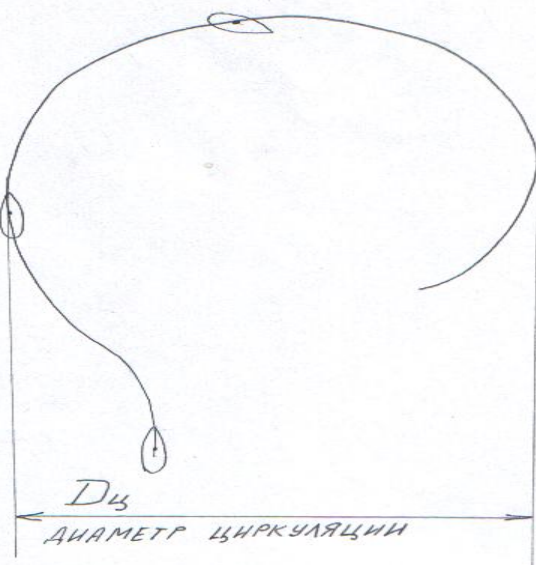
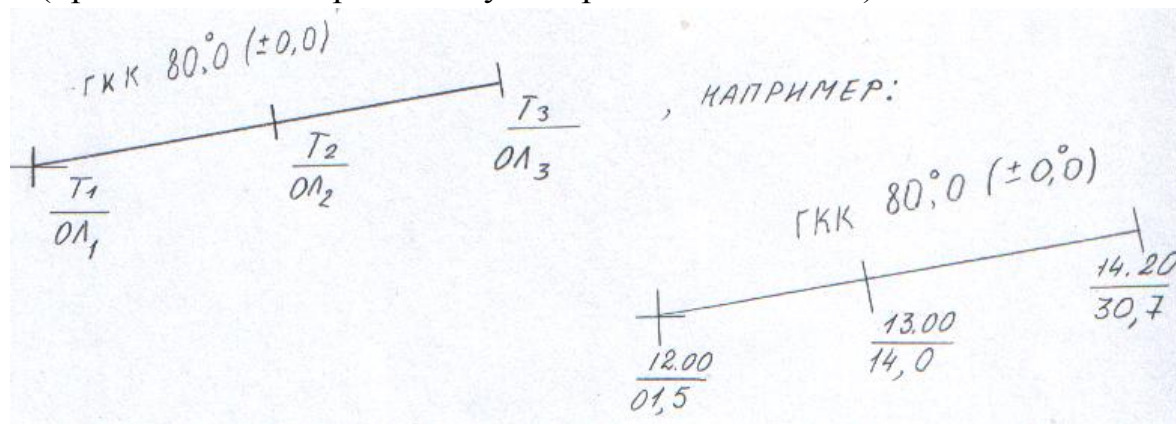


Рис. 14.1. Циркуляция судна

Остановимся пока на понятии счисления. Для начала предположим, что на судно не действуют никакие внешние факторы (ни дрейф, ни тече-

ние). Следовательно, судно перемещается только под действием своей силовой установки (главного двигателя или двигателей) и руля. При этом будем считать, что компас показывает точное направление на север (т.е. его поправка равна нулю). Тогда ясно, что путь судна ляжет по линии его курса и оно пройдёт за определённый промежуток времени расстояние, равное произведению его скорости на величину этого промежутка времени. Путь судна, проложенный на карте, называется *путевым углом* (и обозначается – *ПУ*). На линии пути судна откладывается пройденное судном расстояние. Расстояние это может быть теоретически определено умножением скорости на время, но практически оно снимается с показаний лага, т.к. лаг отсчитывает именно пройденное расстояние, а скорость он уже «вычисляет». В точке начала счисления отмечается время и отсчёт лага (*Т1* и *ОЛ1*), в виде дроби, в числителе которой – время (с точностью до минуты), а в знаменателе – отсчёт *ОЛ* (с точностью до 0.1 морской мили). Эти данные наносятся на карту (рис. 14.2) возле каждого счислимого места (при наличии обсервации – у обсервованного места).



**Рис. 14.2. Пример простого счисления без учёта дрейфа и течения:**

*Курс по гирокомпасу равен  $80^\circ$ , поправка гирокомпаса (в скобках) равна нулю.*

*Счислимые места приведены для моментов времени 12.00, 13.00, 14.20.*

Как видно на рисунке, курс судна прокладывается из точки начала счисления. Относительно этой точки производятся остальные расчёты и построения. Частота нанесения счислимых и обсервованных точек определяется в соответствии с существующими нормами и решением капитана.

При графическом ведении счисления применяются определённые условные обозначения. На судах под Российским флагом они регламентируются руководством по организации штурманской службы на судах (РШС), на судах иностранных компаний – другими, подобными по смыслу документами. Иногда эти условные обозначения изменяются, однако для нас на данном этапе это не столь важно. Читайте руководящие документы и оттуда узнаете, какие обозначения следует применять. Нам, главное, научиться правильно вести прокладку и счисление. Здесь я приведу неко-

торые условные обозначения по памяти. (А читатель пусть меня проверит и, если нужно, подкорректирует, нужно учиться работать со специальной литературой).

### Линии пути и курса судна

$ГКК\ 98^{\circ}\ (+1,0^{\circ})\ \alpha = +1,0^{\circ}$

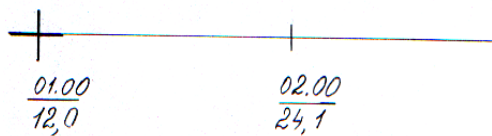
С учётом дрейфа. Угол дрейфа  $\alpha = +1,0^{\circ}$ , поправка гирокомпаса  $\Delta GK = +1,0^{\circ}$ . Курс по гирокомпасу  $\backslash(GKK) = 98,0^{\circ}$ .

$ГКК\ 90,0^{\circ}\ (-1,0^{\circ})\ \beta = -7,0^{\circ}$

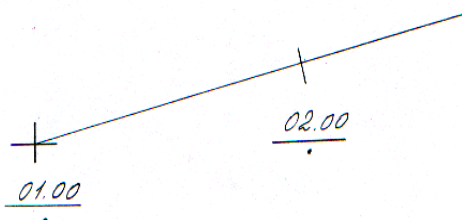
С учётом течения. Угол сноса от течения  $\beta = -7,0^{\circ}$ , поправка гирокомпаса  $\Delta GK = -1,0^{\circ}$ . Курс по гирокомпасу  $(ГКК) = 90,0^{\circ}$ .

$ГКК = 90,0^{\circ}\ (+1,0^{\circ})\ c = +9,0^{\circ}$

С учётом дрейфа и течения. Суммарный угол сноса от дрейфа и течения  $c = +9,0^{\circ}$ , поправка гирокомпаса  $\Delta GK = +1,0^{\circ}$ . Курс по гирокомпасу  $(ГКК) = 90,0^{\circ}$ .



Место начала счисления (на время 01.00) и последующее счисляемое место (на время 02.00) на линии пути или курса.



Место начала счисления (на время 01.00) и последующее счисляемое место (на время 02.00) на линии пути или курса при выключенном лаге (при счислении используется скорость, вычисленная по оборотам винта судна).

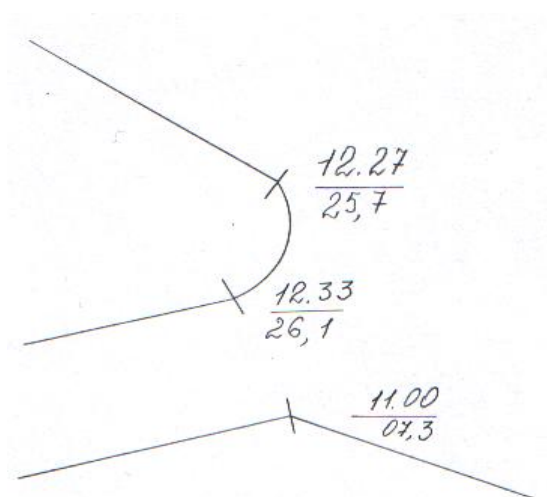


Дрейф судна без хода. Лаг выключен. Кстати, при выключенном лаге иногда пишут просто время, вообще без дробной черты и без точки.

Момент, когда определено место судна и произведён перенос счисления в обсервованную точку. Время и отсчёт лага пишутся возле обсервованной точки. Волнистая линия, **перечёркивающая предыдущую линию курса (!)**, называется *невязкой*.

Уточнённое по одной линии положения счислимое место судна. (Ясно, что по одной линии положения место судна определить нельзя, можно его только уточнить).

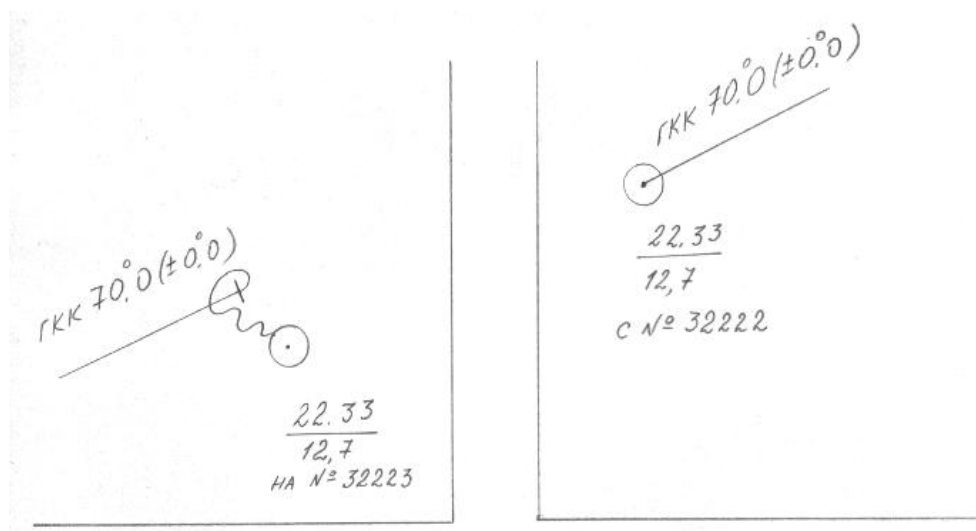
### Повороты на новый курс



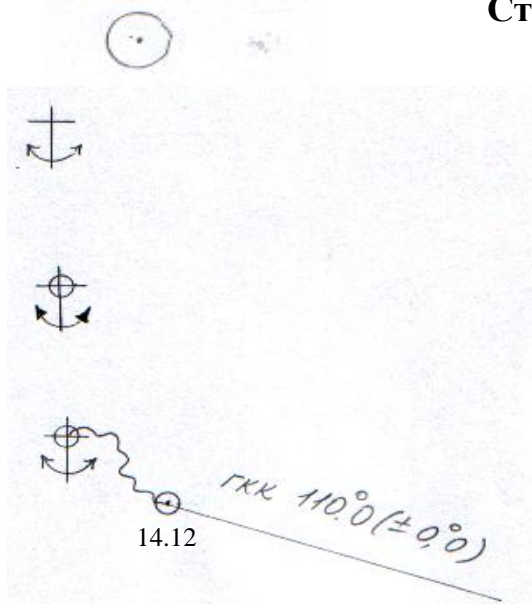
С учётом циркуляции.

Без учёта циркуляции.

### Переход с карты на карту



### Стоянка на якоре и съёмка с якоря



- счислимое место стоянки на якоре

- обсервованное место стоянки на якоре

- путь судна при съёмке с якоря (якорное место – обсервованное) и начало ведения счисления на новом курсе из обсервованной точки на момент времени 14.12 (лаг выключен).

### Определение местоположения судна

- обсервованное место



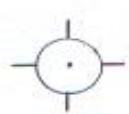
- место, взятое под сомнение



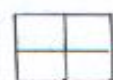
- место, определённое по небесным светилам



- место, определённое с помощью РЛС



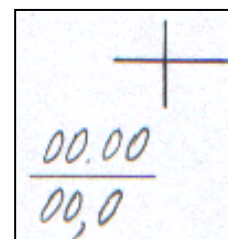
- место, определённое с помощью РНС



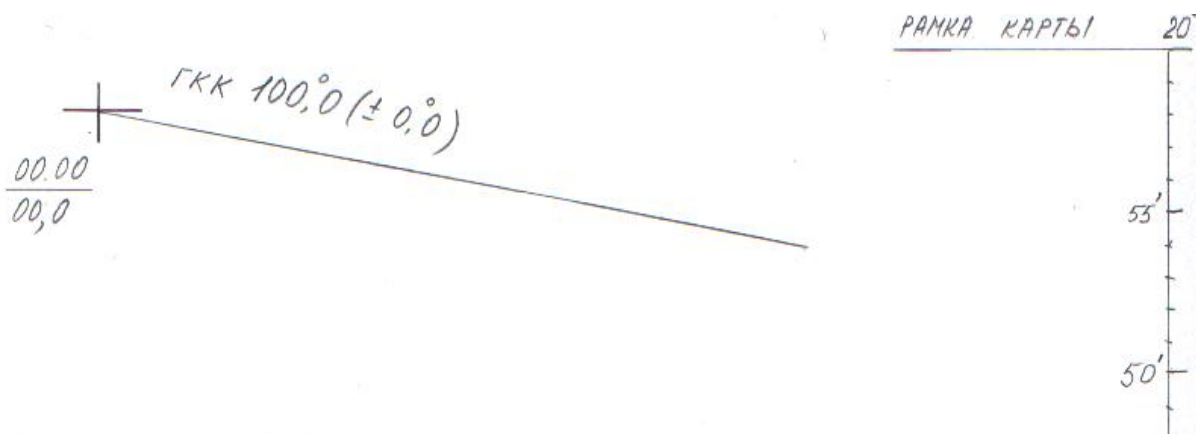
- место, определённое с помощью радиомаяков
- место, определённое с помощью GPS
- счислимо-обсервованное место
- место, определённое комбинированным способом
- наиболее вероятное (осреднённое) место
- место, нанесённое по координатам с автосчислителя
- место, опознанное по глубинам

Теперь, когда нам известно, как оформляются счисление и прокладка, можно перейти и к непосредственному решению графических задач. Итак, приступим. По имеющимся координатам наносим на карту счислимое место судна, из которого будем вести дальнейшую прокладку (это может быть и обсервованное место, принципиальной разницы никакой, только обозначения отличаются).

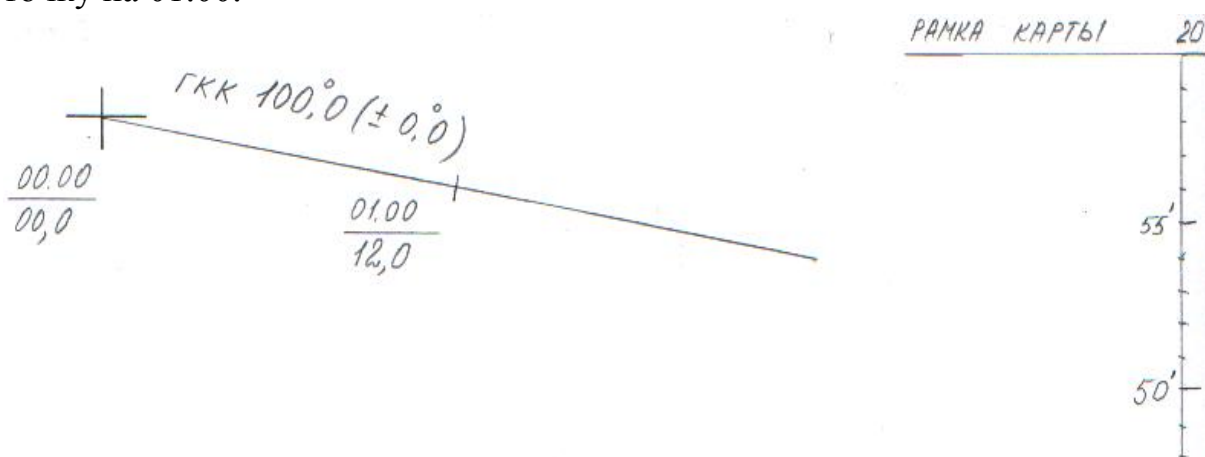
При этом пусть нашими исходными данными будут: начальный момент времени 00.00; начальный отсчёт лага 00,0; скорость судна, определяемая по оборотам винта – 12 узлов. (Для определения скорости судна по оборотам винта никаких особых вычислений производить не нужно, на каждом судне есть соответствующая таблица, с которой просто нужно снять скорость).



Прокладываем из этой точки линию курса, пользуясь параллельной линейкой и штурманским транспортиром (см. соответствующую главу). Начальный курс пусть будет  $100^\circ$ , течение и дрейф нам пока не известны, а поэтому не учитываются. Поправка гирокомпаса равна нулю. На нашем рисунке далее я уже привёл и вертикальную рамку карты, чтобы мы имели масштаб, по которому будем откладывать расстояния и вести другие построения.



Проходит один час нашего плавания. Время будет 01.00. Отсчёт лага – 12,0. Тут мы сразу можем сделать вывод. Раз пройденное за час расстояние, рассчитанное по отсчётам лага, равно 12 морским милям, что соответствует скорости по оборотам винта, то лаг работает правильно. Отметим на карте эту *счислимую точку на 01.00*. Далее, ещё через час, нам нужно будет повернуть на новый курс – 180°. Но пока отметим только точку на 01.00.

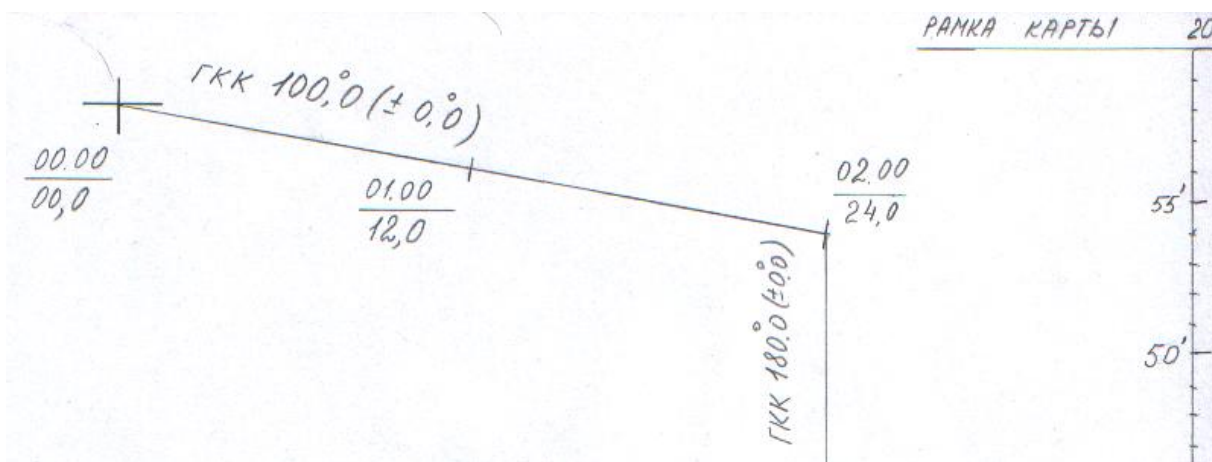


Настал момент времени 02.00. И мы, как нам было нужно, повернули на курс 180°. В приведённом здесь масштабе диаметр циркуляции мы учитывать не будем, поэтому из точки, соответствующей нашему моменту времени, просто проложим новый курс. При этом мы всё ещё только ведём счисление. Обсерваций у нас нет. Ещё через полчаса будем поворачивать на новый курс 225°. А сейчас наш отсчёт лага равен 24,0. Вычислим, какое расстояние нам нужно отложить на линии курса, чтобы получить счислимую точку.

$ОЛ_{\text{последующий}} - ОЛ_{\text{предыдущий}} = РОЛ$  (разность отсчётов лага).

$РОЛ = 24 - 12 = 12$  – откладываем 12 морских миль.

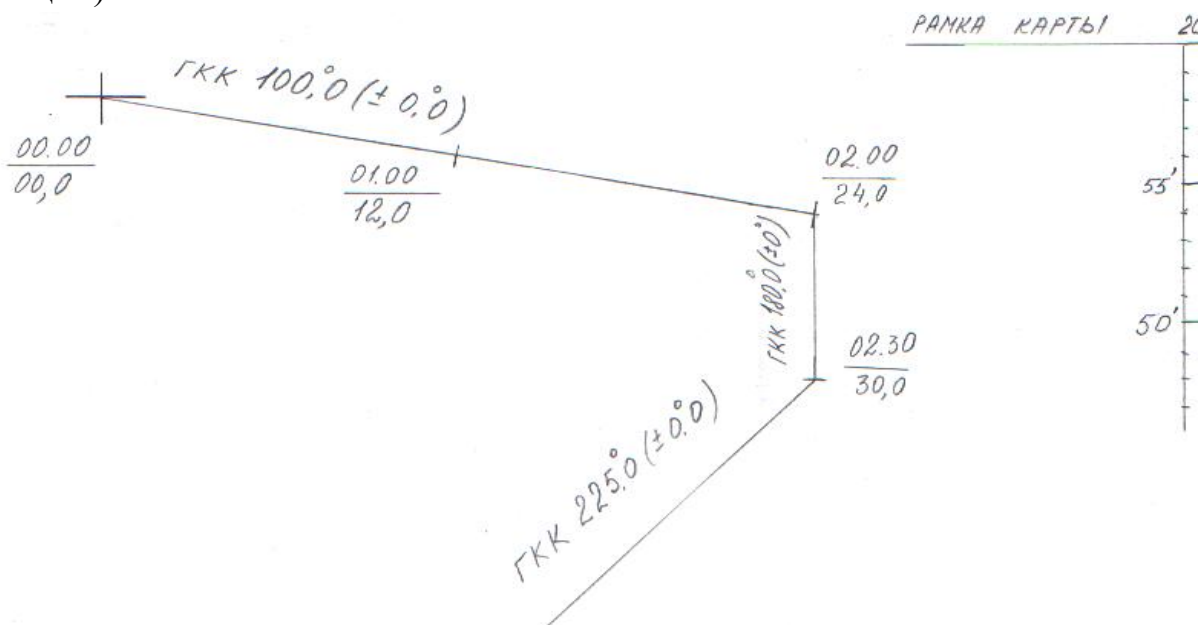




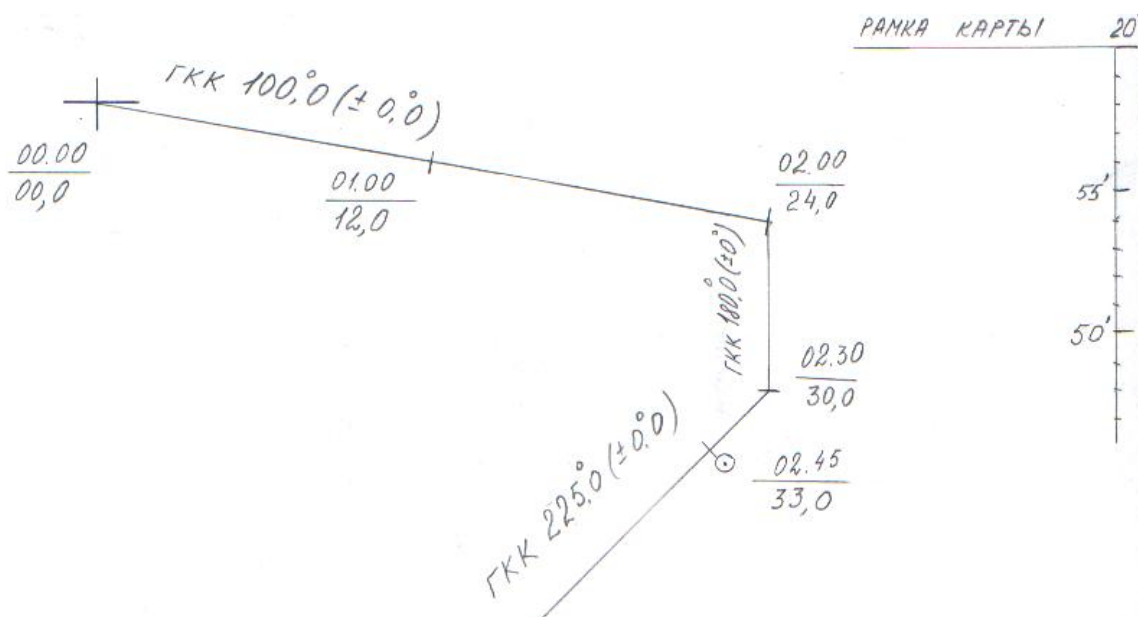
Не забываем над новой линией курса написать значение гирокомпасного курса и поправки гирокомпаса. Через полчаса будет момент времени 02.30, а отсчёт лага – 30,0. Откладываемое расстояние снова рассчитываем, как было указано выше:

$$ОЛ_{последующий} - ОЛ_{предыдущий} = РОЛ$$

$РОЛ = 30 - 24 = 6$  – откладываем 6 морских миль, отмечаем нашу счислимую точку и прокладываем новый курс (ясно, что без учёта циркуляции).



Теперь, предположим, что у нас появилась возможность точно определить место нашего судна и мы сделаем обсервацию через 15 минут. Соответственно, момент времени будет 02.45, а отсчёт лага – 33,0.

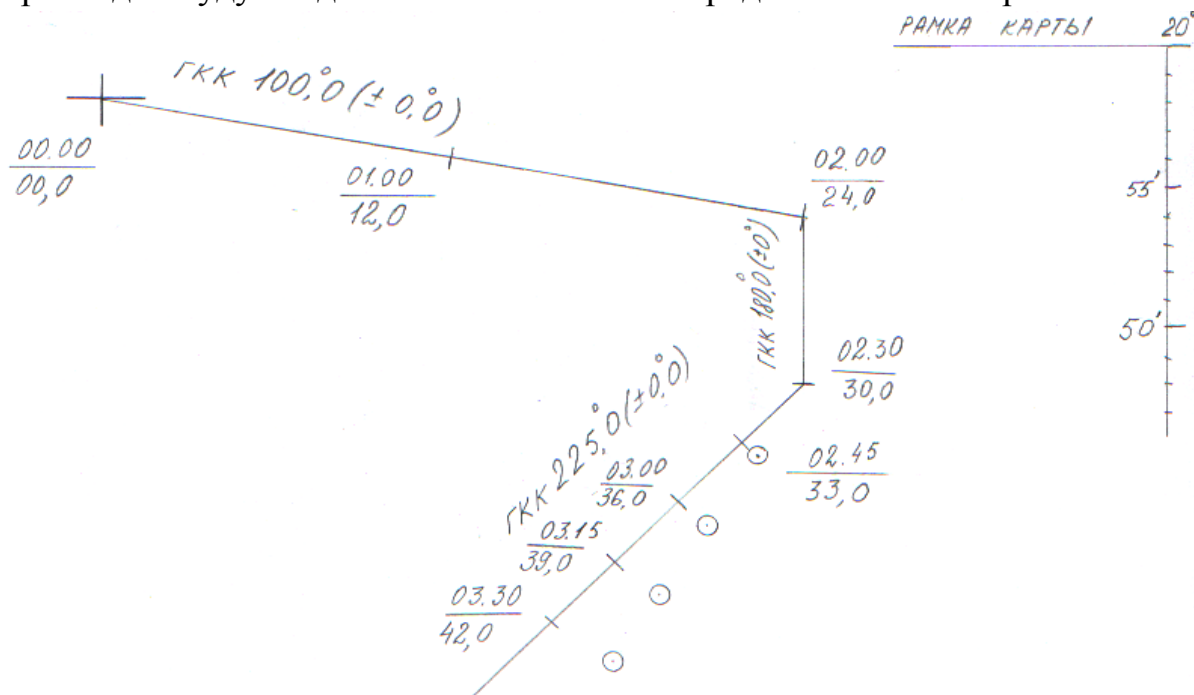


Опаньки! А наша обсервованная точка не совпадает со счислимой. Что это означает? А так сразу точно и не скажешь.

Мы лишь можем предположить, что:

- 1). У нас ошибочно определено место судна
- 2). На судно действуют либо течение, либо ветровой дрейф.

Более точно мы сможем судить о причине несовпадения, только имея несколько обсерваций. Их положение относительно счислимых точек мы проанализируем и посмотрим, что да как. Для этого мы далее будем производить определения места каждые 15 минут. На рисунке нашей прокладки будут видны счислимые точки и рядом с ними обсервованные.



Обратите внимание, что между счислимой и обсервованной точками нет волнистой линии (невязки). Это значит, что мы не приняли обсервацию к учёту и продолжаем вести счисление, полагая место нашего судна на

проложенной линии курса. Это не значит, что сама обсервация взята под сомнение (тогда бы мы нарисовали рядом с кружочком вопросительный знак). Просто пока мы думаем, а обстоятельства плавания позволяют нам обсервованную точку пока к учёту не принимать. При плавании же, например, в стеснённых условиях мы постоянно определяем место судна и ориентируемся по обсервациям. Но об этом позже.

Для начала обратите внимание, что надпись над линией курса располагается немного не так, как на предыдущем рисунке, выше. Это сделано потому, что прокладку нужно вести аккуратно и красиво. Пока мы не приняли к учёту обсервованные точки, моменты времени и отсчёты лага нужно писать возле точек **счислимых**. Вот для того, чтобы освободить место для этих записей, мы стёрли старую надпись и разместили её выше. (Кстати сказать, когда мы оформляли поворот на курс  $180^\circ$ , мы тоже стирали надпись и писали снова, так, чтобы она поместилась в пределах соответствующего ей курса).

Вернёмся к нашей карте. Мы видим, что обсервованные точки ложатся всё дальше и дальше от счислимых. Это уже система. Ищем причины, приступаем к анализу. Первое, на что нам необходимо обратить внимание, это – по какой, прямой или кривой, линии располагаются наши точки. Если по кривой (гиперболе какой-нибудь, к примеру – но, главное, по правильной кривой), то мы имеем полное право полагать, что ориентир, используемый для определения места судна, неправильно нами опознан и мы, беря значения навигационных параметров (пеленгов и дистанций, например) одного ориентира, на карте откладываем их от другого. В этом случае нужно немедленно произвести опознание ориентира (ориентиров) всеми доступными способами. (Не стоит забывать и о контроле с помощью GPS). Если наши точки располагаются по прямой, то это означает, что на судно действует какой-то внешний (и притом линейный) фактор.

Проще говоря, либо ветер нас сносит, либо течение, либо и то и другое. А как это определить? В принципе, несложно. Тут нужно запомнить два важных правила:

- 1). **Лаг учитывает дрейф** (при небольших углах дрейфа)
- 2). **Лаг течение не учитывает.**

Если сильно не умничать, то это выглядит так. Измеряем на карте расстояния между двумя счислимыми точками и соответствующими им по времени обсервованными. Если эти расстояния равны, то мы имеем дело с дрейфом. Лагу это всё равно, он учитывает дрейф. Что нет дрейфа, что есть, расстояние лаг указывает (если исправен) относительно правильно.

Как раз в нашем случае так и есть, то есть нас дрейфует. Но вот если расстояния между парами счислимых и соответствующих им обсервованными точками отличаются, и величина этого отличия постоянна – мы, не-

сомненно, столкнулись с действием течения. О течении и совместном влиянии дрейфа и течения мы поговорим попозже, это уже не так просто.

А пока продолжим свои телодвижения. То, что у нас дрейф, мы определили. Теперь давайте определять его величину. Для этого нам просто необходимо соединить одной линией (но саму линию на карте рисовать не нужно), обсервованные точки, для чего достаточно приложить к ним линейку и снять транспортиром угол пути, по которому шло наше судно последний час. Он будет равен, в нашем случае,  $212^\circ$ . Тут-то мы и определим угол дрейфа  $\alpha$ .

Добавим, что путь судна при наличии дрейфа – *путевой угол при дрейфе*, обозначается  $ПУ_\alpha$ . Это как раз путь, который «показали» наши обсервованные точки. То есть, когда мы соединяли их линией, мы определяли  $ПУ_\alpha$ :  $ПУ_\alpha = 212^\circ$ .  $ГКК = 225^\circ$ . В нашем случае, так как поправка гирокомпаса равна нулю, гирокомпасный курс равен истинному курсу.  $ГКК = ИК$ . Здесь «работают» соотношения:  $ПУ_\alpha = ИК + \alpha$ , или так как  $ГКК = ИК$  (в этом примере),  $ПУ_\alpha = ГКК + \alpha$ , откуда следует, что  $\alpha = ПУ_\alpha - ГКК = 212^\circ - 225^\circ = -13^\circ$ . (т.е. нас сносит влево, или мы имеем дело с дрейфом *правого галса*). Если величина  $\alpha$  получается положительной, нас сносит вправо, или имеет место дрейф *левого галса*. **Запомни эти вещи, читатель!** Их нужно чётко знать каждому судоводителю!

Но нам-то нужно ехать по линии  $225^\circ$ . А нас сносит. Что нужно делать? Вполне логично, скомпенсировать влияние дрейфа, изменив курс на его величину (просто подвернуть вправо, если нас сносит влево или подвернуть влево, если нас сносит вправо). Следовательно, курс у нас получится новый. Его нужно рассчитать.

Нам нужен путь  $225^\circ$ . ( $ПУ_\alpha = 225^\circ$ ).

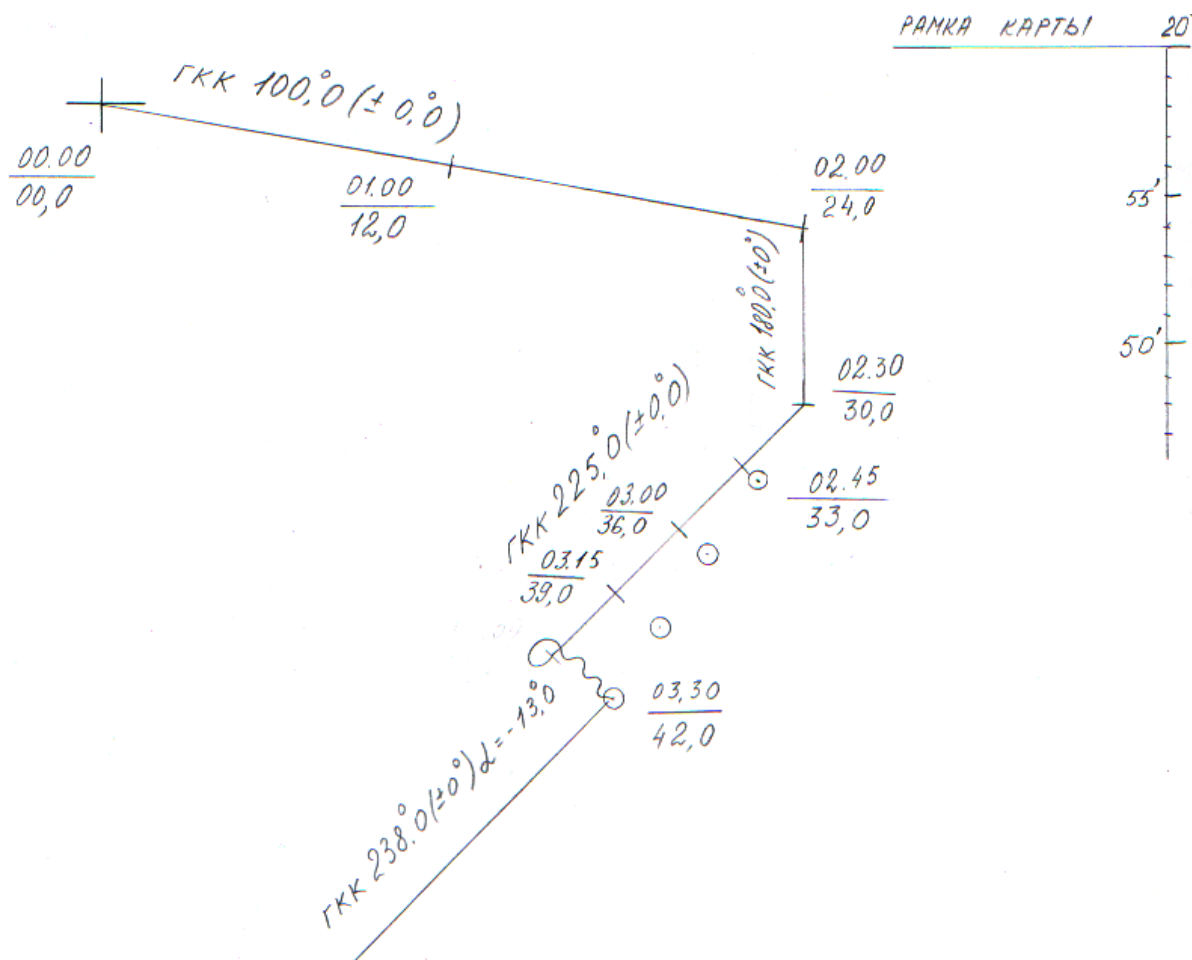
$ПУ_\alpha = \alpha + ИК$ , в нашем случае, так как  $ГКК = ИК$ :

$ПУ_\alpha = \alpha + ГКК$ , новый  $ГКК$  будет:

$ГКК = ПУ_\alpha - \alpha = 225^\circ - (-13^\circ) = 225^\circ + 13^\circ = 238^\circ$ .

Таким образом, нам нужно лечь на новый курс  $238^\circ$ . А судно при этом будет двигаться по линии пути  $225^\circ$ . Продемонстрируем наглядно, как это всё оформляется на карте.

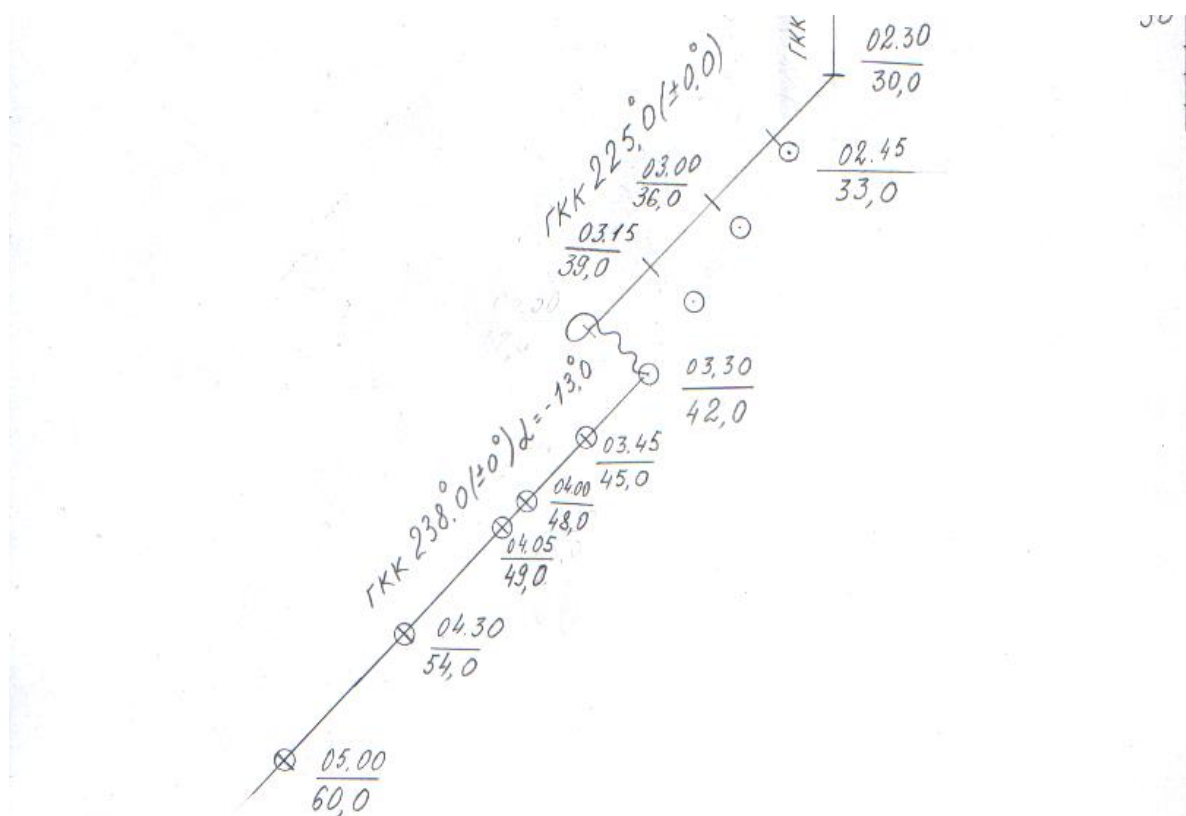
Обратите внимание, что тут мы стёрли время и отсчёт лага на момент 03.30 со старого места и перенесли на новое, возле обсервованной точки. Это потому, что мы *приняли обсервацию к учёту*. Кстати, появилась и волнистая линия, невязка, перечёркивающая предыдущий курс.



Мы видим также, что путь судна проложен так же, как предыдущий (под тем же углом). А значение курса над ним изменилось на только что рассчитанное. И в надписи появилось значение  $\alpha = -13^\circ$ . Это говорит о том, что теперь мы имеем дело с путевым углом при действии дрейфа и данный дрейф мы учитываем. Для контроля правильности существует правило: *сумма значений курса и угла дрейфа должна составить значение направления проложенной на карте линии пути.*

Это, кстати, относится и к случаям, когда действует течение само по себе и совместно с дрейфом, и когда гирокомпас имеет поправку. Простыми словами: складываем все цифры, что есть (в том числе и в скобках) на линии пути, со своими знаками и получаем значение угла линии пути. Иначе, для контроля, снимаем с помощью параллельной линейки и транспортира направление путевого угла с карты. Складываем все цифры в надписи над путевым углом. Обе величины должны быть равны. Иначе в ваши действия вкралась ошибка, с которой необходимо немедленно разбраться.

Теперь мы будем вести счисление уже на путевом угле  $\text{ПУ}_\alpha$ . Так как лаг дрейф учитывает, мы просто будем откладывать РОЛ, соответствующие нужным нам моментам времени на линии этого путевого угла. Ничего сложного. Для примера, отметим ещё несколько точек на нашем рисунке.



Небольшое лирико-аналитическое отступление. Из рисунка видно, что мы, произведя расчёты и проложив новую линию пути, ещё два раза проконтролировали местоположение нашего судна с промежутками в 15 минут. И мы убедились, что счислимые точки совпадают с обсервованными. Ну и передали по вахте (а в 04.00 на навигационную вахту обычно заступает старший помощник капитана, судоводитель опытный и, в силу того, уже несколько ленивый). Старший помощник через пять минут проверил предыдущее счисление своей обсервацией (момент времени 04.05), потому что доверяй – но проверяй. Всегда! Да и руководящие документы, между прочим, того требуют (и совершенно правильно!) А потом старпом, убедившись, что всё в порядке, решил далее определять места судна с промежутками в полчаса. Наверное, навигационная обстановка ему это позволяла, как же иначе?

А что нам делать, если опять изменять курс нужно? Казалось бы, чего проще? Взял приведенные тут формулы, используя известную  $\alpha = -13^\circ$ , да и рассчитал новый курс по необходимому новому путевому углу ( $ПУ_\alpha$ ). Ан нет. Не так-то всё просто. Дело в том, что ветровой дрейф возникает, ясное дело, от ветра, дующего в судно (правда, занятное заключение?). И сила действия ветра зависит от площади парусности судна (даже если у судна нет парусов, площадь его корпуса, надстроек, конструкций, нестрого говоря, составляет площадь парусности). И ещё она зависит от угла, под которым ветер дует относительно диаметральной плоскости (ДП) самого судна.

Потому что ясно: самое сильное влияние судно будет испытывать, если ветер дует перпендикулярно ДП, то есть прямо в борт. Из всего сказанного следует, что на каждом новом курсе нужно заново определять величину сноса от дрейфа. Вот так то! Разве что, если изменения курса не очень значительны (на практике в пределах  $30^\circ$  без пересечения линии ветра), тогда можно для начала использовать уже определённую и вычисленную величину  $\alpha$ . Но проконтролировать свои расчёты и место всё-таки нужно (это – всегда!).

Теперь поговорим о течении. Это уже посложнее будет. Как мы уже говорили, сигналом о том, что на нас действует течение, является разница между РОЛ и пройденным по обсервации расстоянием за одни и те же промежутки времени. Нарисуем, как это будет выглядеть на карте (рис.14.3).

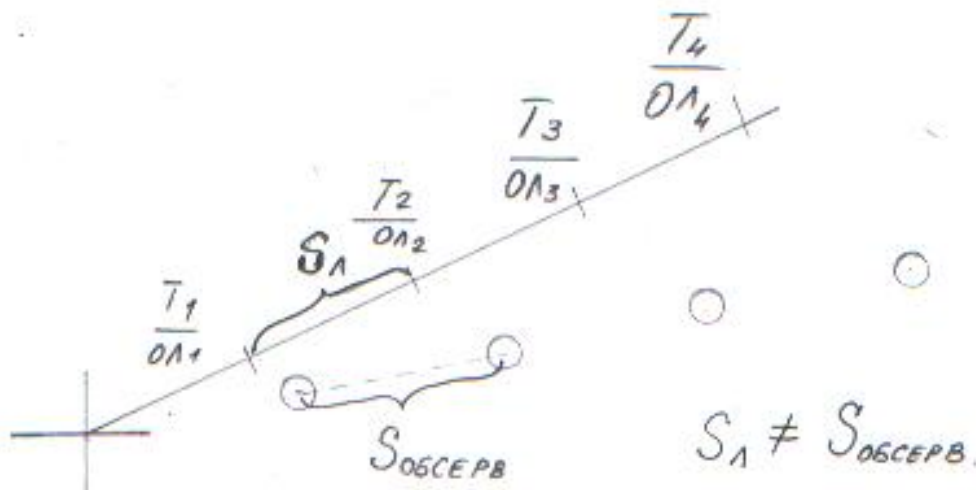


Рис. 14.3

Понятно, что если бы течение не действовало, обсервованные точки совпадали бы со счислимыми. Но оно действует. И вектор его действия прямо бросается в глаза на нашем рис. 14.4. Скорость течения обозначим для этого вектора  $V_T$ , курс течения –  $K_T$ . Сами вектора течения показаны в виде стрелочек.

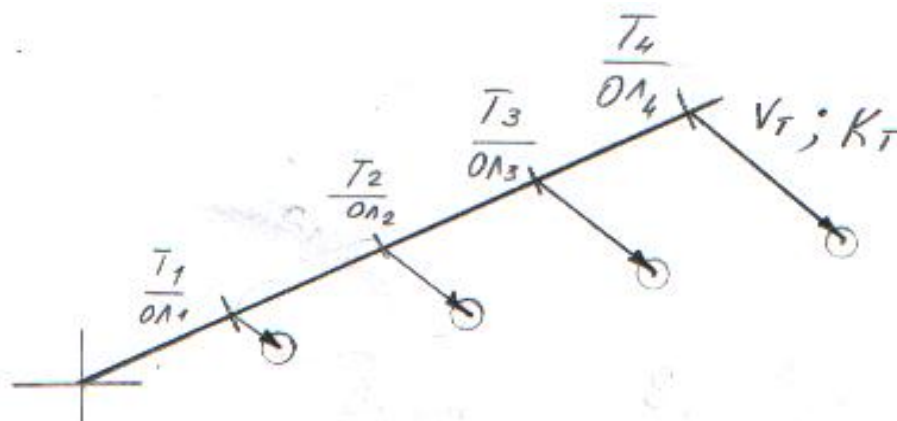


Рис.14.4

Теперь построим подобный векторный треугольник для промежутка времени в один час, просто для наглядности, потому что на нём вектор скорости судна, вектор течения и их суммарный вектор – вектор пути под влиянием течения, будут представлены в удобном виде в масштабе своих единиц измерения. Строго говоря, то, что мы тут назвали вектором скорости судна, на самом деле является вектором предполагаемого пути судна по приборам, то есть, без учёта течения, как бы на спокойной воде. Отметим, что скорость течения измеряется в узлах, а его направление – в градусах по круговому счёту.

При определении направления течения и работе с ним, следует знать непреложное правило: **течение «вытекает из компаса»**. Что это означает? Давайте вспомним первые главы и снова «встанем в круг», с помощью которого мы учились определять направления в море. Теперь представим, что вектор течения прикладывается в той же точке, где находимся мы.

А мы «таскаем с собой» картушку компаса. Точно так же, как мы определяли направления из центра картушки (своего места) на предметы, будем откладывать и направления течения. Допустим, направление течения  $120^\circ$ . Так и отложим, от нас через точку на картушке с отметкой  $120^\circ$ . (Графически – проложим с помощью линейки и транспортира угол  $120^\circ$  там, где нам нужно). Образно, если мы стояли в центре, а течение откладывали к краям картушки, то и течение текло от нас – к картушке, а потом «вытекало» из компаса. (Немного отвлекусь от темы, чтобы читатель запомнил и вторую часть правила – ветер дует в компас. Целиком правило так и звучит: «Течение вытекает из компаса, а ветер дует в компас» – запомнить на всю жизнь, и знать, как «Отче наш»!).

На тему ветра поговорим ещё позднее, а пока вернёмся к течению. Итак, наш векторный треугольник (рис. 14.5):

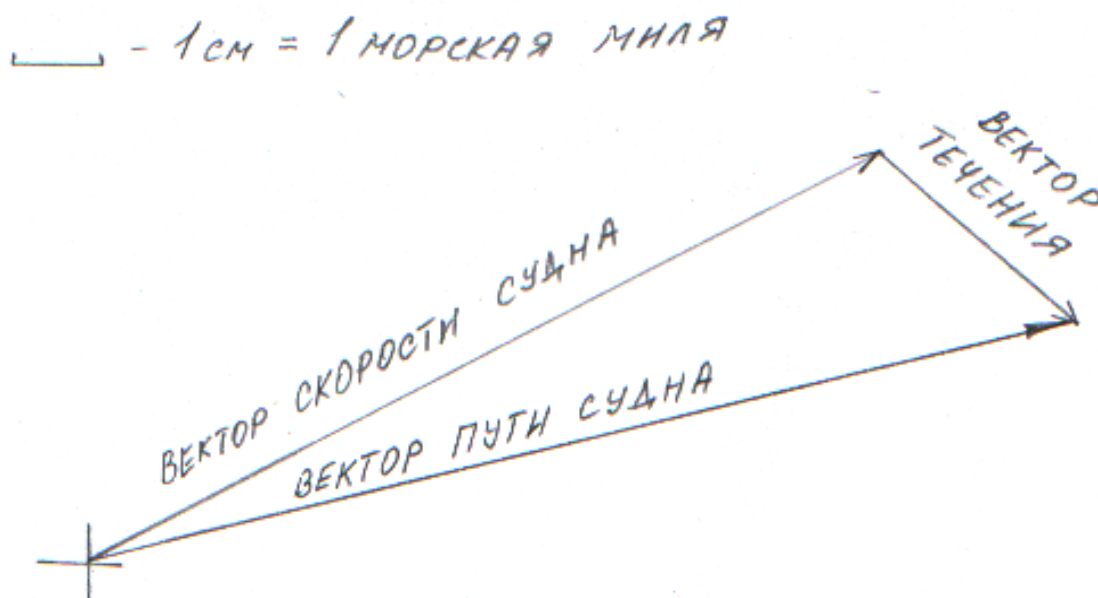


Рис.14.5. Векторный треугольник при действии течения



Для более полного представления нарисуем этот треугольник ещё раз (рис. 14.6) и разберёмся в терминах, применяющихся при ведении счисления с учётом течения,

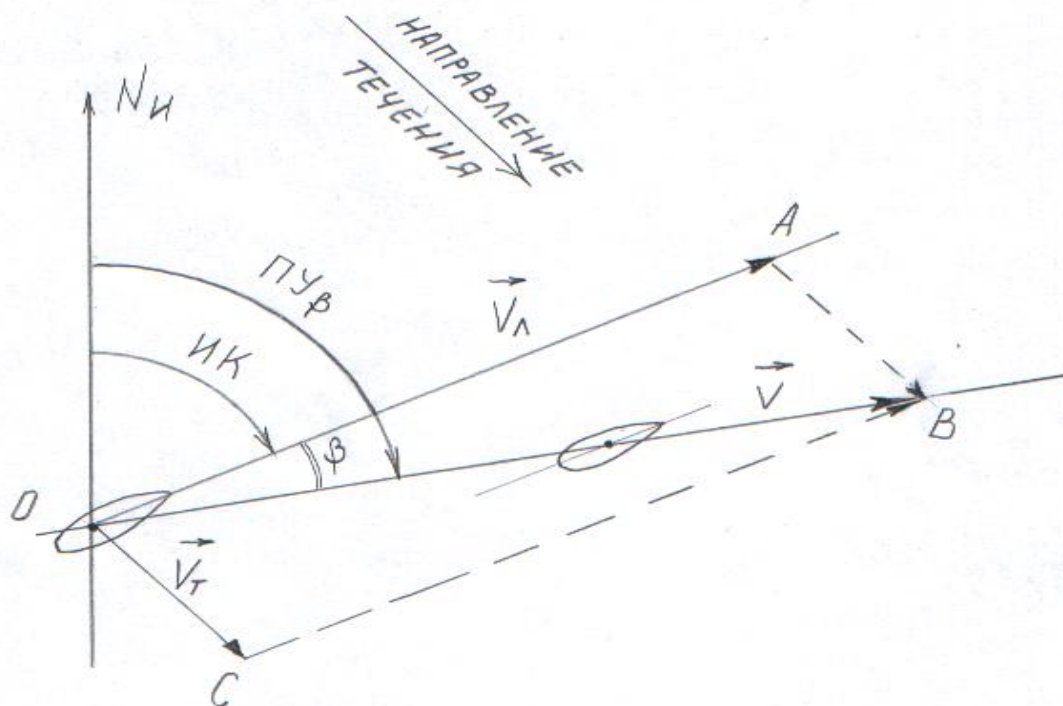


Рис. 14.6

Наше судно при отсутствии действия течения должно двигаться относительно грунта по линии истинного курса вдоль собственной диаметральной плоскости со скоростью  $V_{л}$ , показываемой лагом. На рисунке такое движение обозначено вектором  $\vec{V}_{л}$ . (Линия OA).

При наличии течения судно, вместе с массами воды, сносится по направлению течения OC со скоростью течения  $V_{т}$ . Вектор  $\vec{V}_{т}$ .

Фактически же судно, под совместным действием собственных машин и течения, перемещается по линии OB и вектор скорости такого перемещения является ни чем иным, как суммой векторов скорости и течения. Вектор  $\vec{V}$ . Это вектор *истинной скорости судна*.

При этом следует обратить внимание, что сам угол курса (т.е. положение диаметральной плоскости судна относительно истинного меридиана) остаётся прежним, а направление его истинного движения не совпадает с плоскостью ДП. Судно движется как бы «бокком». Линия, OB, по которой движется судно, называется *линией пути судна на течении*.

Угол между линией пути и направлением на истинный меридиан называется *путевым углом на течении* и обозначается  $ПУ_{\beta}$ .

Угол между истинным курсом судна и путевым углом на течении называется *углом сноса течением (или углом сноса от течения)*. Обозначается он –  $\beta$ .

Если судно сносит вправо от курса (течение в этом случае направлено в левый борт) угол сноса считается положительным и ему приписывается при расчётах знак «+». Если же, наоборот, течение направлено в правый борт, а судно сносит влево, тот угол сноса – отрицательный и его учитывают со знаком «–».

Между всеми этими углами существуют соотношения, суть которых ясна из рис. 14.6.

$$ПУ_{\beta} = ИК + (\pm \beta)$$

$$ИК = ПУ_{\beta} - (\pm \beta)$$

$$\beta = ПУ_{\beta} - ИК.$$

При ведении счисления на карту наносят линию фактического перемещения судна, т.е. откладывают  $ПУ_{\beta}$ . Из точки начала счисления тонкой линией прокладывают линию ИК, которая используется в расчётах. **Именно на линии ИК откладываются расстояния, пройденные судном по лагу!** Для того, чтобы получить счислимую точку (которая наносится на  $ПУ_{\beta}$ ), из точки на линии ИК, полученной при откладывании пройденного по лагу расстояния, относящейся к соответствующему моменту времени, по направлению течения проводят до пересечения с линией  $ПУ_{\beta}$  прямую. Точка пересечения этой прямой и линии  $ПУ_{\beta}$  и есть наша счислимая точка.

Но это мы немного забежали вперёд. Ведь нам, для проведения вышеописанных манипуляций, нужно сначала построить сам путевой угол на течении –  $ПУ_{\beta}$ . При этом нам известны скорость и курс судна, а также скорость и направление течения. Такая задача в навигации носит название *прямая задача*. (Прямая задача – нахождение линии пути, истинной скорости судна и угла сноса течением при известных курсах и скорости судна и направлении и скорости течения). Для решения строят *навигационный треугольник*. Он такой же, как на рис. 14.6, только оформляется соответствующим образом. Демонстрирую (рис. 14.7).

Итак, поэтапно.

- 1). Из точки начала счисления проводим тонкой линией истинный курс судна. Отмечаем момент времени и соответствующий ему отсчёт лага.
- 2). По прохождении определённого промежутка времени (в нашем примере это 1 час), замечаем отсчёт лага и находим пройденное за это время по лагу расстояние. Откладываем полученное значение на линии ИК.
- 3). Из полученной только что на ИК точки прокладываем линию по известному нам направлению течения.

- 4). На отложенной линии течения из точки, соответствующей пройденному по лагу расстоянию (которая у нас находится на линии ИК) откладываем измерителем известную нам скорость течения.
- 5). Из точки начала счисления через полученную в п.4 точку проводим прямую линию (толще линии ИК). Это и будет линия пути на счислении.

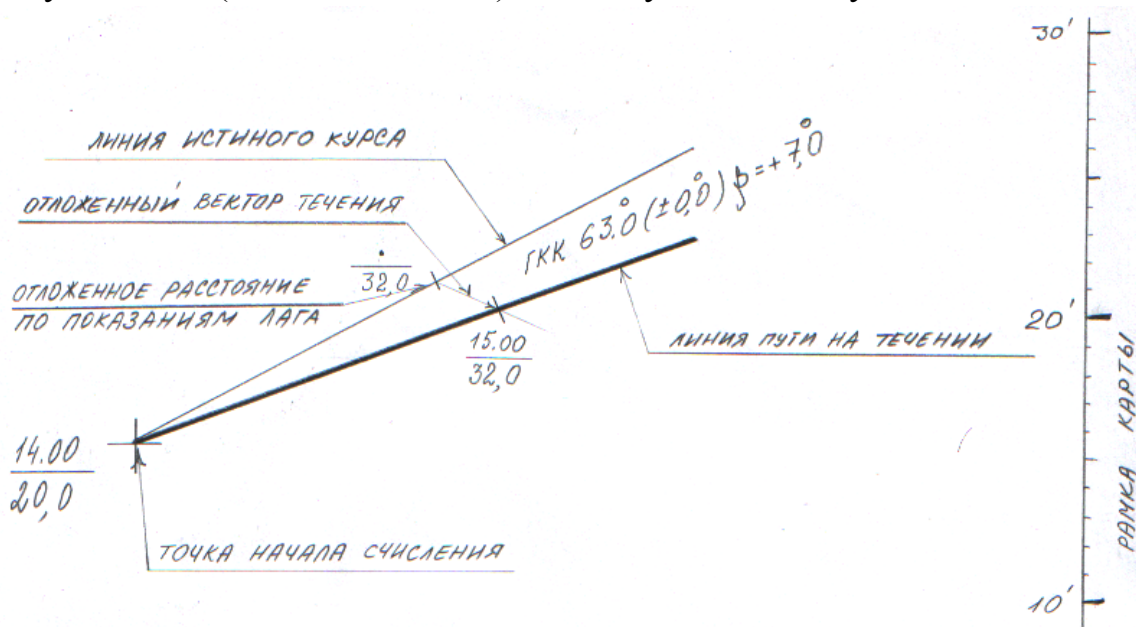


Рис. 14.7

В нашем примере мы использовали промежуток времени в 1 час (моменты 14.00 и 15.00). Таким образом, мы просто из конца вектора скорости судна отложили вектор течения и получили суммарный вектор сноса на течении. На практике же такие построения бывает нужно произвести за более короткий период. Сам принцип действий при этом остаётся прежним, но мы откладываем уже не расстояние, пройденное судном за час, а расстояние, пройденное именно за нужный нам промежуток времени. Естественно, из полученной точки мы также не будем откладывать вектор течения, как таковой.

Представим, что течение тоже «проходит» за час какое-то расстояние. За меньший промежуток времени и «пройденное» течением расстояние будет, соответственно, меньшим. Вот это-то расстояние и нужно отложить. Пример. В нашем случае скорость судна  $V_c$  равна 12 узлам, а скорость течения  $V_T$  – 2,5 узлам. Тогда за, скажем, 28 минут ( $T_x$ ), судно пройдёт расстояние  $S_{л.}$

$$S_{\pi} = \frac{V_c}{60} \cdot T_x = \frac{12}{60} \cdot 28 = 5,6 \text{ морских миль.}$$

А течение, соответственно, «пройдёт» :

$$S_T = \frac{V_T}{60} \cdot T_x = \frac{2,5}{60} \cdot 28 = 1,1666 = 1,2 \text{ морских миль.}$$

Следовательно, на линии ИК отложим 5,6 м.миль, а на линии течения – 1,2 м.миль. Точно так же через полученную точку проводим линию ПУ<sub>β</sub>. Если построения произведены правильно, она будет совершенно такой же, как в предыдущем примере с промежутком времени 1 час.

Обратите внимание на оформление самой прокладки. На рис. 14.8 такое оформление представлено, как оно должно выглядеть на карте. Причём возле точек, отмечаемых на ИК, мы пишем только отсчёты лага (так как линия эта у нас, в данном случае, вспомогательная). Полностью и время, и отсчёт лага пишется только на линии пути, на котором мы полагаем местонахождения своего судна по результатам счисления. Вот, собственно говоря, и вся *прямая задача*.

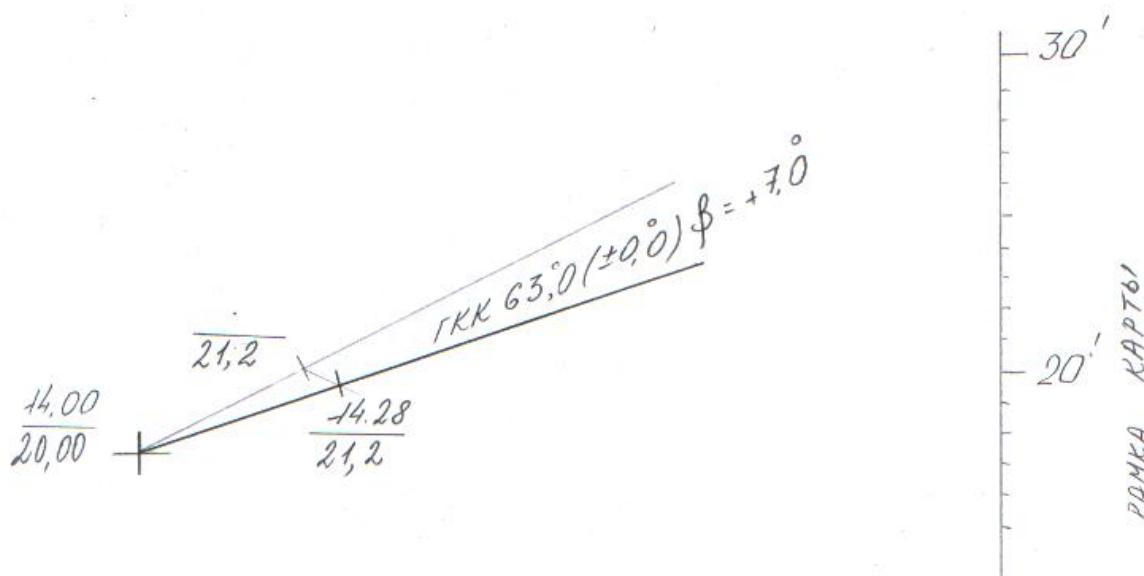


Рис.14.8. Прямая задача

А откуда, спросите вы, вообще берутся значения направления и скорости течения? Да с карты и берутся, а также из навигационных пособий. Но течение – штука капризная и непостоянная. Нередко приведённая информация о нём оказывается, как минимум, неточной. Поэтому элементы течения чаще всего приходится уточнять, а то и определять с самого начала самим, если есть возможность точно определять местоположения своего судна. Об этом чуть позже, когда будем рассматривать суммарное действие дрейфа и течения. А пока поговорим об *обратной задаче*. Она заключается в том, что нам уже известен угол пути судна на течении, скорость судна по лагу и элементы самого течения (его курс и скорость). А найти нужно значение курса, истинной скорости судна и угла сноса течением  $\beta$  (рис. 14.9). Не будем дискутировать о практическом применении этой задачи, а просто научимся её решать.

- 1). Из точки начала счисления прокладываем линию пути ПУ<sub>β</sub>.
- 2). Из этой же точки откладываем направление течения.

- 3). По направлению течения откладываем величину скорости течения (если строим треугольник для промежутка времени в 1 час). Если у нас другой промежуток времени, то откладываем величину расстояния, которое как бы «прошло» течение за данный промежуток, которое рассчитывается так же, как в предыдущем примере и по тем же формулам. Получаем точку А.
- 4). Из полученной точки (конца вектора течения) раствором циркуля, равным расстоянию, пройденному судном за наш промежуток времени (или за один час, это просто будет скорость судна, или за иной промежуток времени, при этом расстояние рассчитывается опять по тем же формулам, что в предыдущем примере), откладываем на **проложенной линии пути судна на течении** точку. Получаем точку В.
- 5). Направление АВ параллельной линейкой переносим в точку начала счисления. Получаем прямую ОВ', которая и будет линией истинного курса нашего судна. Задача решена. Угол сноса – угол между ПУ<sub>в</sub> и ИК.

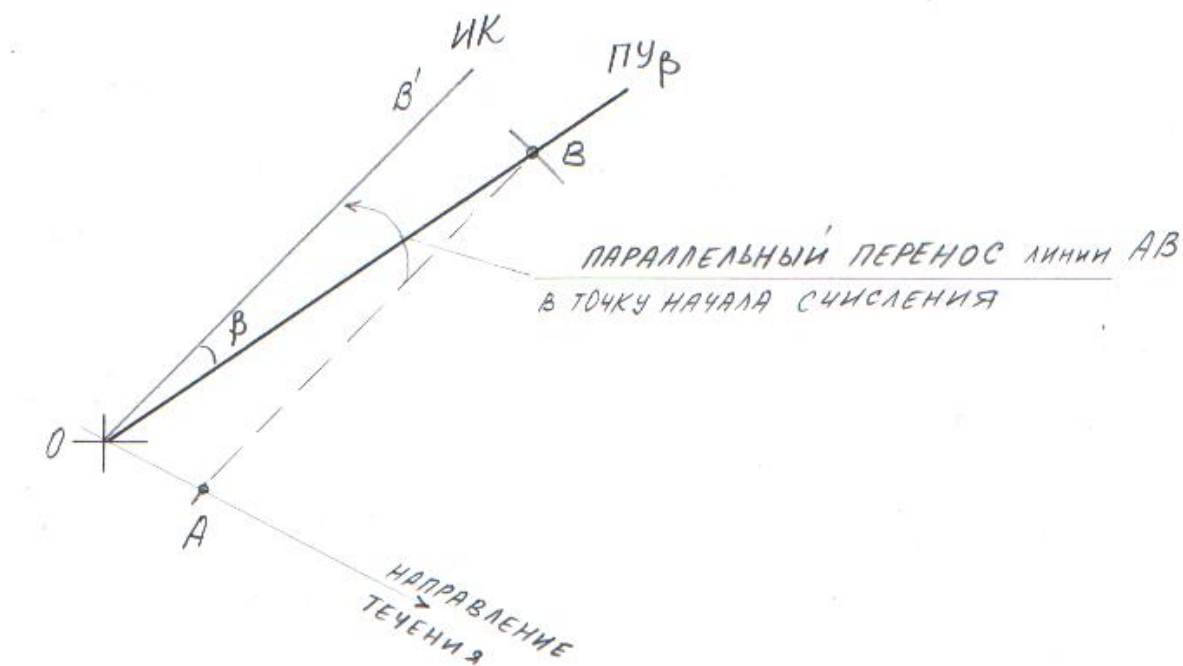


Рис. 14.9. Обратная задача

Пришло, наконец, время поговорить о совместном учёте дрейфа и течения. На практике чаще всего судоводителям приходится сталкиваться именно с такой ситуацией. Эти построения будут ещё чуточку сложнее. Однако, пугаться не стоит. После рассмотрения совместного учёта дрейфа и течения, мы разберём вариант практического ведения счисления, который, обыкновенно, применяется в реальной жизни. И это, безусловно, немало порадует читателя. А пока приступим.

При наличии дрейфа и течения судно отклониться от линии своего курса на суммарный угол сноса, который обозначается – с.

При этом вспомним, что  $c = \alpha + \beta$ . Отсюда следует, что:  $\alpha = c - \beta$  и  $\beta = c - \alpha$  (однако названным соотношением пользоваться нельзя, так как оно не учитывает направления дрейфа и течения, что обозначается соответствующими знаками для  $\alpha$  и  $\beta$ ). Пригодное к употреблению соотношение выглядит так:  $\beta = (\pm c) - (\pm \alpha)$

Здесь так же решаются прямая и обратная задачи. Прямая состоит в нахождении линии пути и истинной скорости судна по известным курсу судна, его скорости по лагу, углу дрейфа  $\alpha$  и элементам (курсу и скорости) течения. В принципе, и прямая и обратная задачи решаются аналогично предыдущим, вот только отрезки пройденного судном по лагу расстояния откладываются на  $ПУ_\alpha$ . Да-да, тут у нас будут и  $ПУ_\beta$  и  $ПУ_\alpha$  и  $ПУ_c$ .  $ПУ_c$  – так обозначается путевой угол при дрейфе и течении. Ну-с, начинаем.

1). По известным нам значениям ИК и  $\alpha$  рассчитываем  $ПУ_\alpha$ .

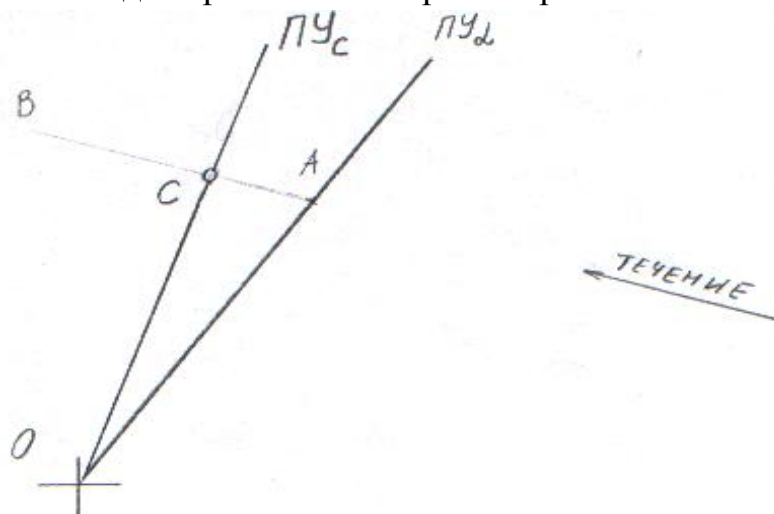
$$ПУ_\alpha = ИК + (\pm \alpha)$$

2). Проводим  $ПУ_\alpha$  из точки начала счисления.

3). На  $ПУ_\alpha$  откладываем величину вектора скорости судна или расстояние пройденное им за определённый промежуток времени. Получаем точку А.

4). Из точки А проводим направление вектора течения. (Линия АВ)

5). На линии АВ откладываем вектор скорости течения или «расстояние, пройденное течением» за тот же промежуток времени (всё это рассчитываем, как и в предыдущих примерах и по тем же формулам). Получаем точку С. Линия ОС и будет линией путевого угла  $ПУ_c$ . Отрезок ОС даст истинную скорость. Задача решена. Смотрим на рис. 14.10.



**Рис.14.10. Прямая задача при наличии дрейфа и течения**

Угол между  $ПУ_c$  и  $ПУ_\alpha$  будет  $\beta$  (угол сноса течением). Ещё раз акцентируем внимание на том, что пройденное по лагу расстояние в этом случае откладывается не на линии ИК, а на линии  $ПУ_\alpha$ . Оформляется прокладка аналогично рассмотренной выше.

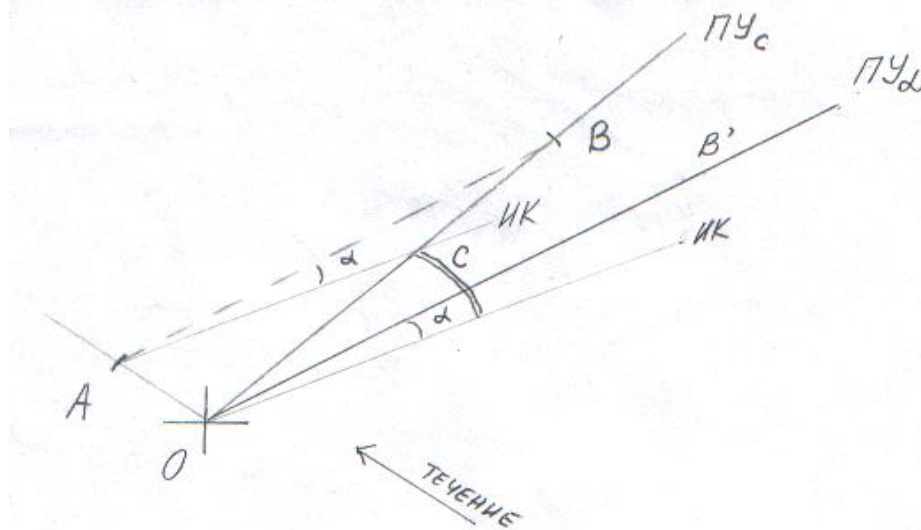
Обратная задача при наличии дрейфа и течения заключается в нахождении компасного курса (в наших примерах он равен везде истинному, так как мы принимаем поправку компаса равной нулю. Если поправка компаса не будет нулевой, просто исправим ею значение компасного курса и получим истинный), истинной скорости судна и угла суммарного сноса –  $c$ . При этом нам известны истинный путь судна ( $ПУ_c$ ), его скорость по лагу, угол сноса от дрейфа  $\alpha$ , курс и скорость течения.

- 1). Из точки начала счисления прокладываем линию  $ПУ_c$  (рис. 14.11).
- 2). Из этой же точки проводим вектор течения. Его конец – точка А.
- 3). Из точки А раствором циркуля, равным расстоянию, пройденному судном за час по лагу, делаем на линии  $ПУ_c$  засечку. Получаем точку В.
- 4). Линию АВ параллельной линейкой переносим в точку начала счисления. Получаем линию  $ОВ'$ . Линия  $ОВ'$  является  $ПУ_\alpha$ . Отрезок АВ даст значение истинной скорости судна.
- 5) Зная значение  $\alpha$ , находят ИК (или КК – компасный курс).

$КК = ПУ_\alpha - \alpha$  или, на всякий случай:

$КК = ИК - (\pm \Delta К - \text{ поправка компаса}) = ПУ_\alpha - \alpha$ .

Угол между  $КК$  и  $ПУ_c$  будет углом суммарного сноса –  $c$ . Задача решена.



**Рис. 14.11. Обратная задача при наличии дрейфа и течения**

Практическую применимость описанных выше задач в чистом виде можно оценивать по-разному. Но разобраться в них необходимо (хотя, некоторым из читателей, возможно, и не хочется). Необходимо для того, чтобы наглядно представлять себе, как на карте и при фактическом движении судна располагаются все эти вектора. Только поняв всю эту кутерьму, можно пользоваться упрощёнными методами, о которых мы будем говорить сейчас. И совет. Потренируйтесь в ведении счисления при дрейфе, течении и их совместном действии, в решении прямой и обратной

задач. Придумайте разные курсы, разные элементы дрейфа и течения, введите с разными знаками поправки компаса. Иначе ничего в голове не отложится. Проверено поколениями!

Итак, на практике судоводителя чаще всего интересует суммарное действие всех выше описанных факторов на движение судна. И очень часто просто нет времени прокладывать линии путевых углов на дрейфе и течениях, решая с их помощью прямую и обратную задачи. В таких ситуациях счисление ведётся первоначально на линии истинного курса (если поправка компаса равна нулю) или на линии пути (если поправка компаса отлична от нуля). Эта линия пути прокладывается, исходя из расчёта по формуле:

$$\text{ПУ} = \text{КК} + (\pm \Delta\text{К}), \text{ где:}$$

ПУ – путевой угол

КК – компасный курс (ГКК – гирокомпасный курс, МК – курс по магнитному компасу)

$\Delta\text{К}$  – поправка компаса (поправка гирокомпаса  $\Delta\text{ГК}$ ,  $\Delta\text{МК}$  – поправка магнитного компаса).

Одновременно со счислением производятся наблюдения (рис. 14.12).

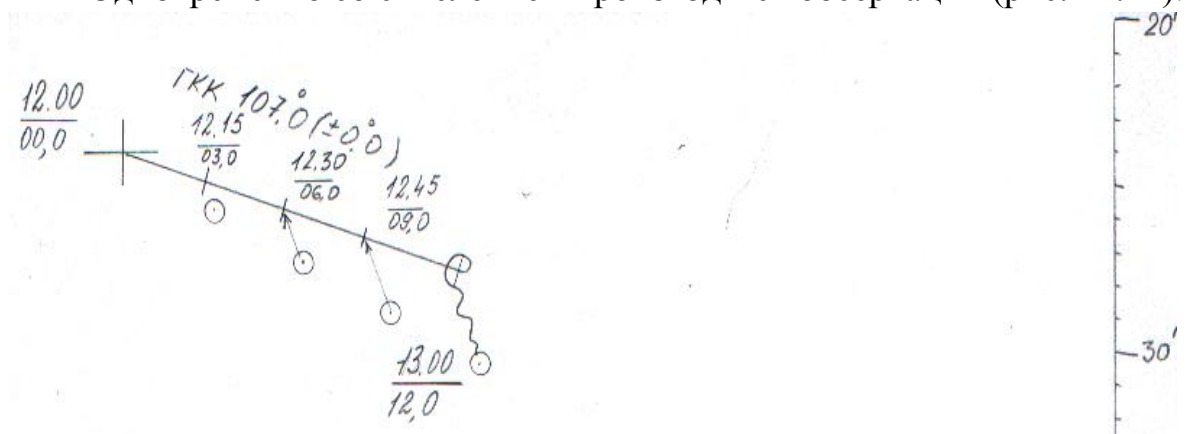


Рис. 14.12

Обратите внимание, что на моменты времени 12.30 и 12.45 наблюдаемые точки «привязываются» тонкой стрелочкой к счислимым. Это сделано для наглядности (и делается на практике), потому что из-за большой разницы в расстояниях между счислимыми и наблюдаемыми точками становится непонятно, к какому моменту времени и соответствующей отметке на линии счисления наблюдаемые точки относятся. На рисунке видно, что на судно действует некая совокупность факторов, в которой присутствует и течение (так как расстояние, пройденное по лагу, не равно расстоянию, пройденному за это же время по наблюдениям). Однако, может оказаться, что и течение здесь не причём, а просто барахлит лаг.

Исходя из таких предположений, мы исправляем наш курс так, как сделали бы это в случае с «чистым» дрейфом, а для ведения счисления



рассчитываем и используем коэффициент лага. На этот коэффициент мы, при дальнейшем ведении счисления, будем умножать каждую РОЛ и полученную после умножения величину будем откладывать на линии счисления. При этом в судовой журнал напишем, что приняли к учёту суммарный дрейф  $c =$  столько-то и коэффициент лага  $K_{\text{л}} =$  столько-то. На прокладке всё это тоже отразим (рис. 14.13).

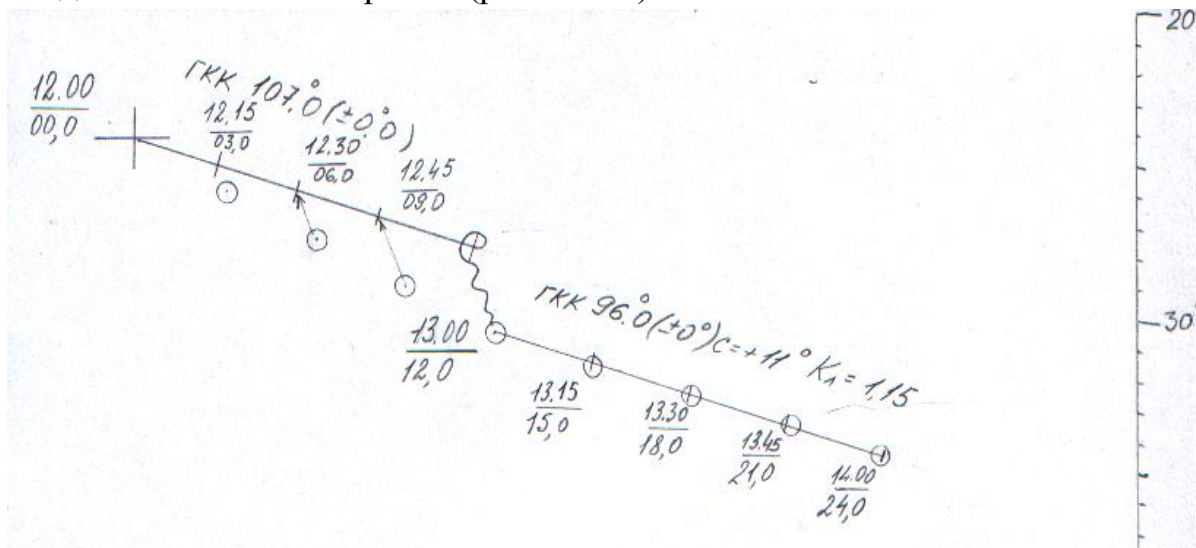


Рис. 14.13

В нашем примере суммарный угол сноса получился  $+11^\circ$ . Новый рассчитанный курс  $\text{ГКК}=96^\circ$ , для того, чтобы следовать нужным нам путём  $107^\circ$ . За час пройденное расстояние по лагу ( $S_{\text{л}}$ ) равнялось 12 м.милям, а фактически пройденное по наблюдениям ( $S_{\text{о}}$ )— 13,8 м.м.  $K_{\text{л}}$  рассчитали:

$$K_{\text{л}} = S_{\text{о}} : S_{\text{л}} = 13,8 : 12,0 = 1,15$$

(Что мы и записали после значений курсов, поправок компаса и углов сноса над линией пути).

Теперь, для того, чтобы нанести счислимые точки, мы умножали разности отсчётов лага на наш  $K_{\text{л}}=1.15$ , а полученные величины откладывали на ПУ. Но обратите внимание, сами отсчёты лага мы пишем фактически снятые, а не только что исправленные коэффициентом! Т.е. по лагу прошли 3 м.м., так и записали возле соответствующей точки, но расстояние на ПУ отложили  $3 \times 1,15 = 3,45$ . Теперь наши обсервованные точки почти совпадают со счислимыми.

В нашем предыдущем примере мы просто шли определённым курсом, не принимая во внимание какой-либо конечный пункт нашего пути. А если нам нужно выйти в определённую точку? В общем, принцип остаётся прежним, нужно рассчитать новый курс с учётом элементов суммарного сноса. Разберём такой вариант. Исходные данные будут те же, что и в прошлой задаче, только теперь нам нужно прийти в точку А.

Последовательность действий будет такова (рис. 14.14):

1). Прокладываем из точки на 13.00 (ОЛ=12,0), которую мы приняли к счислению, линию в необходимую нам точку А.

2). С помощью параллельной линейки и транспортира снимаем величину угла пути ПУ в точку А. У нас это будет  $99^\circ$ .

3). Находим величину курса в точку А, пользуясь вычисленной в предыдущем примере поправкой за суммарный снос  $c=+11^\circ$ :

$$КК = ПУ - c = 99^\circ - (+11^\circ) = 88^\circ.$$

Подписываем линию нашего пути, как мы это уже научились делать. Заодно проверим правильность построений, сложив все градусы надписи и сравнив результат с величиной ПУ, проложенного на карте ( $88^\circ + 11^\circ = 99^\circ$ , т.е. всё правильно). При значительном изменении курса уточняем элементы сноса обсервациями, т.е. повторяем те действия, которым уже научились в этой главе.

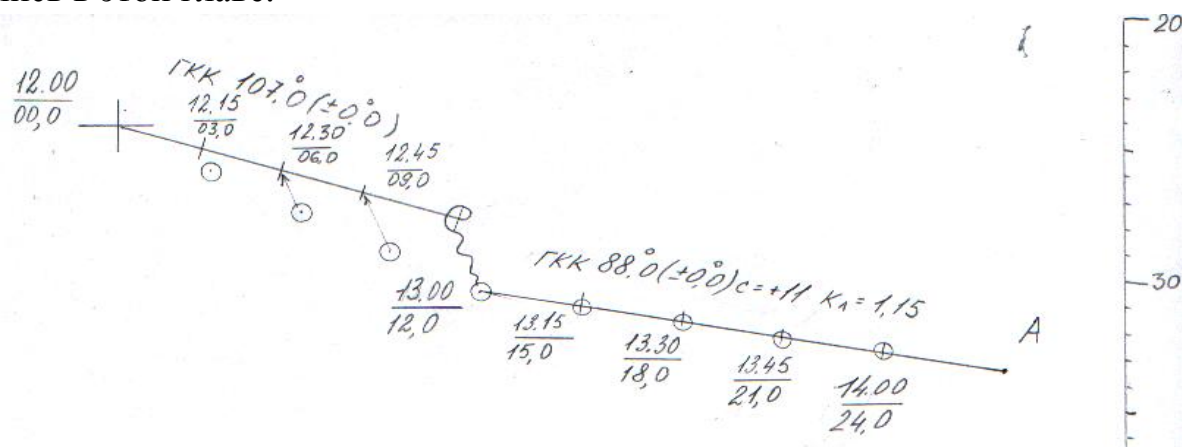


Рис. 14.14

Наконец, разберём ещё одну графическую задачу, решаемую на морских навигационных картах. Это определение момента выхода судна на траверз ориентира (траверз обозначается знаком  $\perp$ ). Такая задача на практике решается нечасто, но всё-таки нет-нет, да и решается.

Прежде всего, вспомним и уточним, что же такое **траверз**. Это момент, когда ориентир находится под углом  $90^\circ$  к *диаметральной плоскости судна (ДП)*. Именно перпендикулярно ДП, а не истинному курсу или путевому углу. Иными словами, курсовой угол (КУ) ориентира будет  $90^\circ$  правого или левого борта.

Нарисуем для лучшего понимания картиночку (рис. 14.15).

Почему я уделяю такое внимание объяснению сути понятия траверза? А потому, что на карте мы не «рисует» диаметральной плоскости судна, да и если бы хотели – масштаб не очень-то позволяет. Мы прокладываем только линии пути (ну и иногда, как пояснялось выше, для решения графических задач прокладки – линию истинного курса).

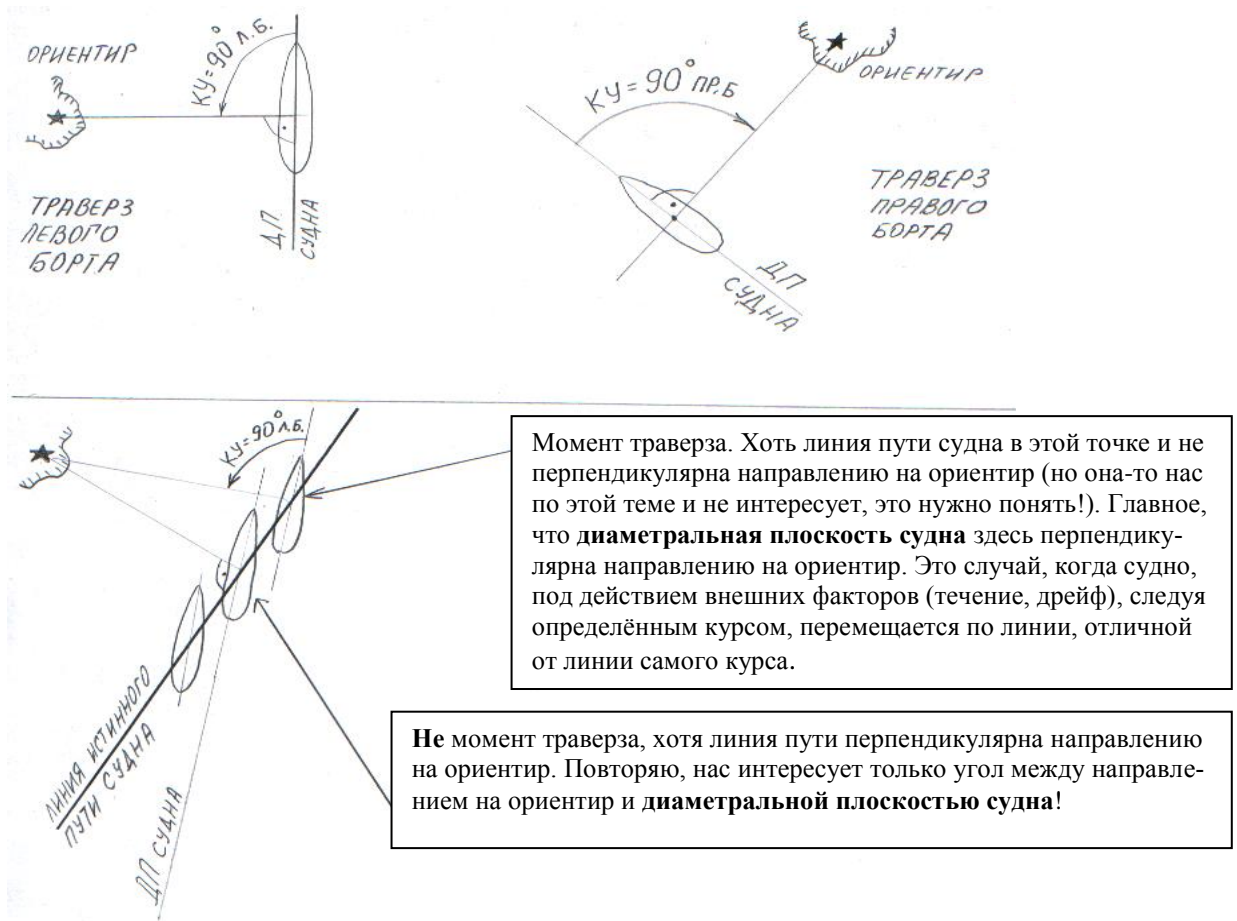


Рис. 14.15. Траверз

Человеку может показаться, что момент траверза – это то место на прокладке, где направление на ориентир перпендикулярно пути. И, что самое интересное, так именно часто и происходит на самом деле.

На рис. 14.16 показано, как выглядит положение судна на море (левая часть рисунка) и на карте (правая часть). И сразу ясно, о чём идёт речь.

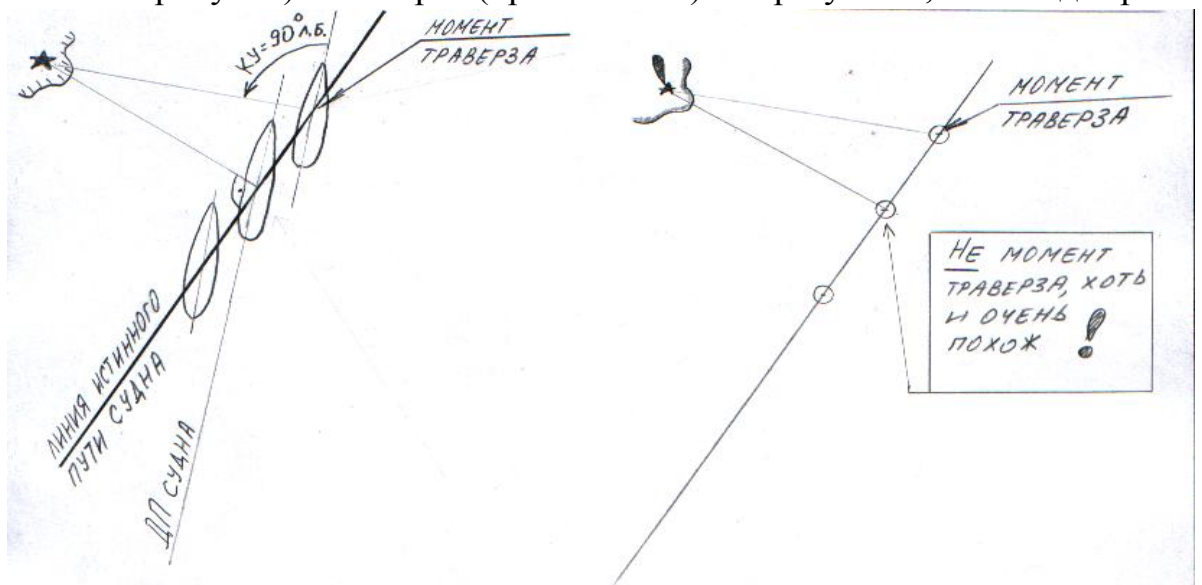


Рис. 14.16. Момент траверза на местности и на карте

Графически задача определения момента выхода на траверз ориентира решается просто.

1). Из точки начала счисления  $O$  прокладываем линию путевого угла ПУ (пока нам не важно, что это за путевой угол – на течении, дрейфе или при их совместном влиянии).

2). Из этой же точки прокладываем (тонкой линией) истинный курс (ИК).

3). Из точки местонахождения ориентира опускаем перпендикуляр на линию ИК и продолжаем его до пересечения с путевым углом (ПУ). Эта точка пересечения перпендикуляра с ПУ и укажет место нахождения судна в момент выхода на траверз ориентира (рис. 14.17). Однако же этого мало. Нам необходимо вычислить, в какой именно момент времени судно выйдет на этот самый траверз. Для этой цели используем методики решения прямой и обратной задач, разобранные выше.

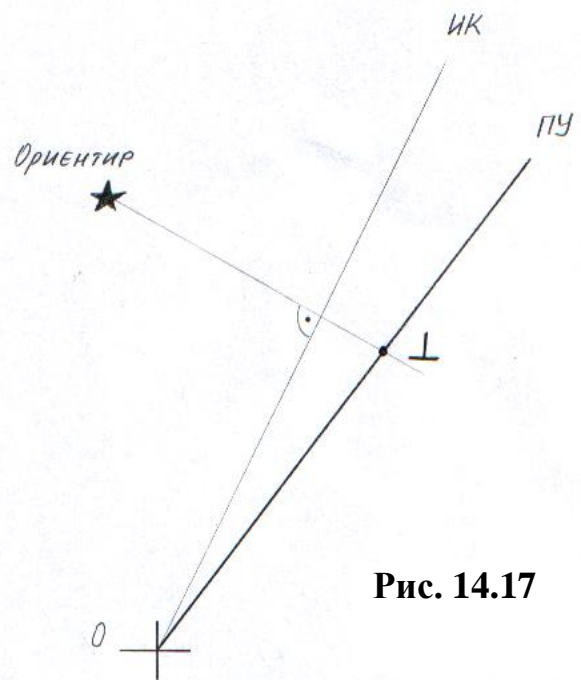


Рис. 14.17

Рассмотрим последовательно влияния дрейфа, течения, и их совместное действие. Итак, предположим, что на судно действует дрейф. При этом помним, что пройденные судном по лагу расстояния откладываются на путевом угле  $ПУ_{\alpha}$ .

1). Из точки начала счисления (время 12.00,  $ОЛ=14,0$ ) прокладываем линию истинного курса ИК (тонкой чертой).

2). Из этой же точки прокладываем путевой угол на дрейфе  $ПУ_{\alpha}$ .

3). От ориентира опускаем на линию ИК перпендикуляр и продолжаем его до пересечения с линией  $ПУ_{\alpha}$  (находим местоположение судна в момент выхода на траверз ориентира – оно в точке пересечения  $ПУ_{\alpha}$  и перпендикуляра).

4). Снимаем с карты расстояние между точкой начала счисления и точкой момента траверза. Это расстояние будет соответствовать пройденному судном расстоянию по лагу  $S_{\pi}$  (в нашем примере оно равно 14,0 м.милль). Рассчитываем промежуток времени  $\Delta T$ , за который судно пройдет это расстояние, зная скорость судна по лагу  $V_{\pi}$  (пусть у нас она будет 12,0 узлов).

$$\Delta T = \frac{S_{\pi}}{V_{\pi}} = \frac{14,0}{12,0} = 1,17 \text{ часа.}$$

Переводим десятые и сотые доли часа в минуты времени по формуле:

$$МВ = ДЧ \times 60,$$

где: МВ – минуты времени, ДЧ – десятые и сотые доли часа.

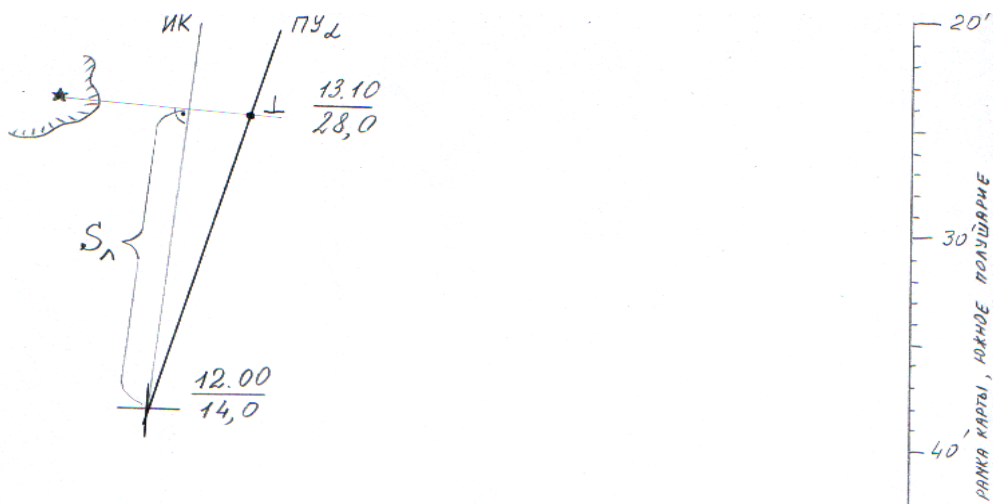
**Запомните эту формулу! Она постоянно применяется в решении навигационных и иных задач мореплавания.**

Получим:  $МВ = 0,17 \times 60 = 10,2 \approx 10$  минут.

Тогда  $\Delta T = 1 \text{ час} + 10 \text{ минут} = 1 \text{ час } 10 \text{ минут}$ .

5). Прибавляем полученное  $\Delta T$  к моменту времени в точке начала счисления. Получаем момент времени выхода на траверз ориентира  $12.00 + 01.10 = 13.10$ . Прибавляем  $S_{\text{д}}$  к начальному отсчёту лага, получаем отсчёт лага на момент траверза  $14,0 + 14,0 = 28,0$ .

*Задача решена.* Графические построения при этом будут выглядеть следующим образом (рис. 14.18).



**Рис. 14.18. Определение времени и отсчёта лага на момент траверза при наличии дрейфа**

Если на судно действует течение, порядок наших действий будет несколько иным. При этом, опять же мы вспомним, что пройденные по лагу расстояния нам необходимо откладывать на линии истинного курса ИК.

Итак:

- 1). Из точки начала счисления (время 20.00, отсчёт лага ОЛ = 27,0) тонкой линией прокладываем истинный курс (ИК).
- 2). Из этой же точки прокладываем линию пути судна на течении (ПУ<sub>β</sub>). Считаем, что элементы течения нам уже известны. В данном примере курс течения 230°, скорость течения 2,4 узла.
- 3). Из точки местонахождения ориентира опускаем перпендикуляр на линию истинного курса и продолжаем его до пересечения с ПУ<sub>β</sub>. Получаем местоположение судна в момент выхода на траверз ориентира (точка А в пересечении перпендикуляра и ПУ<sub>β</sub>).

4). Из точки А проводим (тоненько) линию в направлении, *обратном направлению течения* до пересечения с линией истинного курса. Получаем точку на линии ИК (точка В), по которой определим расстояние, которое пройдёт судно по лагу до момента траверза (в нашем примере это – 18,7 м.мили).

5). Пусть скорость судна – 12,0 узлов. Тогда, используя те же формулы, что и в предыдущем примере, получим:

$$\Delta T = \frac{S_{\pi}}{V_{\pi}} = \frac{18,7}{12,0} = 1,56 \text{ часа.}$$

Переводим десятые и сотые доли часа в минуты времени по формуле:

$MВ = ДЧ \times 60$ , где: МВ – минуты времени, ДЧ – десятые и сотые доли часа.

Получим:  $MВ = 0,56 \times 60 = 33,6 \approx 34$  минуты.

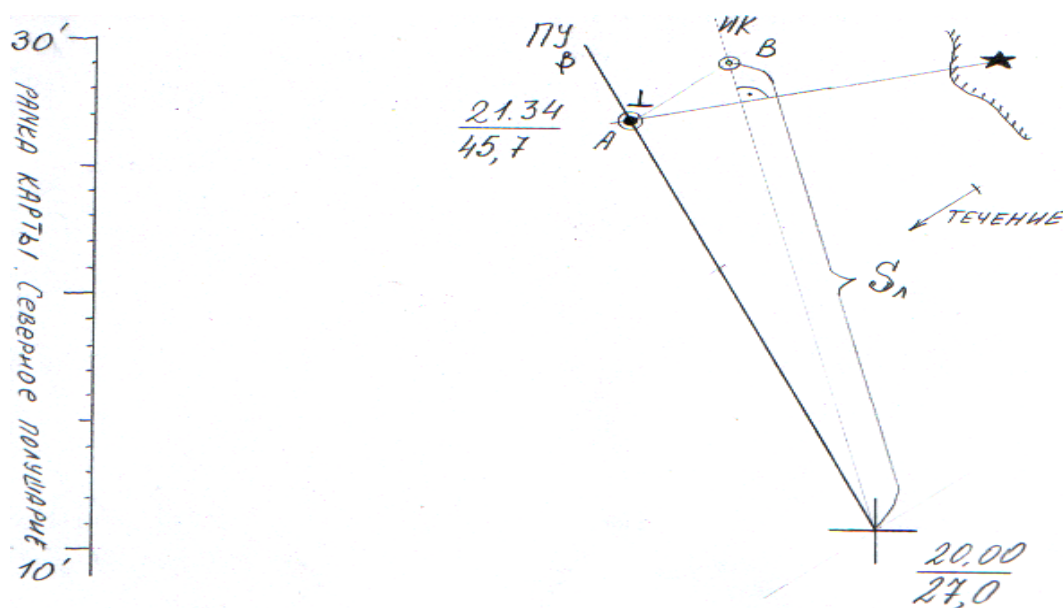
Тогда  $\Delta T = 1 \text{ час} + 34 \text{ минуты} = 1 \text{ час } 34 \text{ минуты}$ .

Прибавляем полученное  $\Delta T$  к моменту времени в точке начала счисления.

Получаем момент времени выхода на траверз ориентира  $20.00 + 01.34 = 21.34$

Прибавляем  $S_{\pi}$  к начальному отсчёту лага, получаем отсчёт лага на момент траверза  $27,0 + 18,7 = 45,7$

Задача решена. Приведённый ниже рис. 14.19 иллюстрирует весь ход решения задачи и графические построения на карте.



**Рис. 14.19. Определение времени и отсчёта лага на момент траверза при действии течения**

Ну и, наконец, совместное влияние дрейфа и течения. Пройденные по лагу расстояния откладываем на путевом угле при дрейфе  $ПУ_{\alpha}$ . Пусть читатель извинит меня за постоянные повторения, я просто думаю, что так лучше запомнится материал. (Повторение, как известно – мать учения).

Исходные данные: скорость судна 12,0 узлов, направление течения 313°, скорость течения – 3,8 узла, дрейф левого галса + 9°.

Движения наших рук будут следующими:

- 1). Из точки начала счисления (время – 03.00, отсчёт лага ОЛ = 07,7) прокладываем линию пути судна под действием дрейфа и течения ПУ<sub>с</sub>.
- 2). Из этой же точки тонкой линией прокладываем истинный курс (ИК).
- 3). Из этой же точки тонкой линией прокладываем путевой угол на дрейфе ПУ<sub>д</sub>.
- 4). Опускаем перпендикуляр из точки местоположения ориентира на линию ИК (во всех случаях – до пересечения с линией ПУ<sub>с</sub>). В точке пересечения этого перпендикуляра с линией ПУ<sub>с</sub> – место судна в момент выхода на траверз ориентира (точка А).
- 5). Из точки А проводим тонкую линию, направление которой обратно направлению течения до пересечения с ПУ<sub>д</sub>. В точке этого пересечения снимается величина пройденного судном по лагу расстояния от начала счисления до выхода его на траверз S<sub>л</sub> (у нас в примере S<sub>л</sub> = 19,3 м.мили).
- 6). Снова используем всё те же формулы для расчёта времени и отсчёта лага.

$$\Delta T = \frac{S_{\pi}}{V_{\pi}} = \frac{19,3}{12,0} = 1,61 \text{ часа.}$$

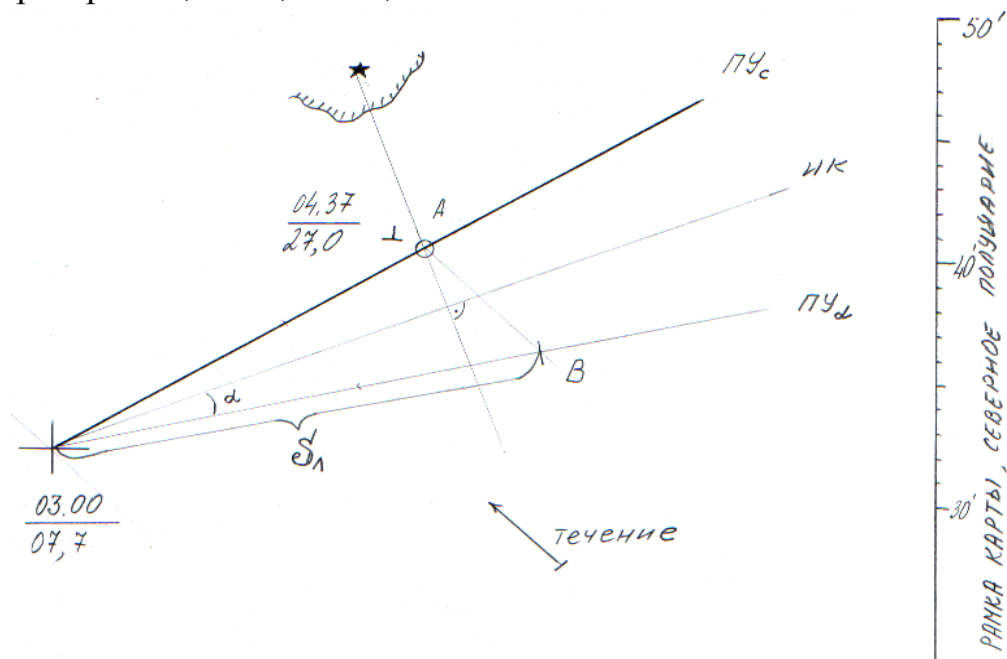
Переводим десятые и сотые доли часа в минуты: 0,61 x 60 = 36,6 ≈ 37 мин.

Тогда ΔT = 1 час + 37 минут = 1 час 37 минут.

Прибавляем полученное ΔT к моменту времени в точке начала счисления.

Получаем момент времени выхода на траверз ориентира 03.00 + 01.37 = 04.37

Прибавляем S<sub>л</sub> к начальному отсчёту лага, получаем отсчёт лага на момент траверза 07,7 + 19,3 = 27,0



**Рис. 14.20. Определение времени и отсчёта лага на момент траверза при действии дрейфа и течения**

В приведённых примерах я постарался максимально упростить построения и не перегружать их деталями. Собственно, на практике, построения редко когда бывают более сложными. Но есть, кроме практики, и учебный процесс, когда злые преподаватели (многим из которых мы, по прошествии лет, говорим огромное спасибо), заставляют решать сложные лабораторки (у нас они называются прокладками). А на этих прокладках воображение разыгрывается во всю ширь и глубину. Там тебе и дрейфы, и течения, и поправки компасов (причём как гироскопических, так и магнитных), повороты с учётом циркуляции, в общем – туши свет, кидай гранату. А у нас такой комплекс в книжке не рассматривался.

Точно, комплекс не рассматривался. Но отдельные его элементы рассмотрены все. И приведены все используемые формулы. Следовательно, читатель, понявший и усвоивший материал, с задачей справится. Совет. В таких, особо сложных случаях, не торопитесь, остановите бег своих мыслей, пусть идут пешком. Проанализируйте каждый сделанный шаг, прежде чем приступить к следующему. А иначе всё равно ничего не получится, работа такая и профессия соответственная. Ну а кто на яхте по морям плавает – те сами себе хозяева и им сложные задачи не нужны. Им достаточно научиться место определять и правую сторону с левой не путать, когда будут подворачивать. А мы продолжаем наше повествование.

Бывают случаи, когда судно подходит ко входу в узкость, а в наличии имеется только один пригодный для определения места ориентир, причём мы можем только взять на него пеленг (например, наш радар в нерабочем состоянии). Даже в таком случае мы можем уточнить своё место и, по крайней мере, достаточно точно выйти на линию пути, которая позволит нам безопасно войти в эту самую узкость. Сначала предположим, что на судно не действуют дрейф и течение. Тогда:

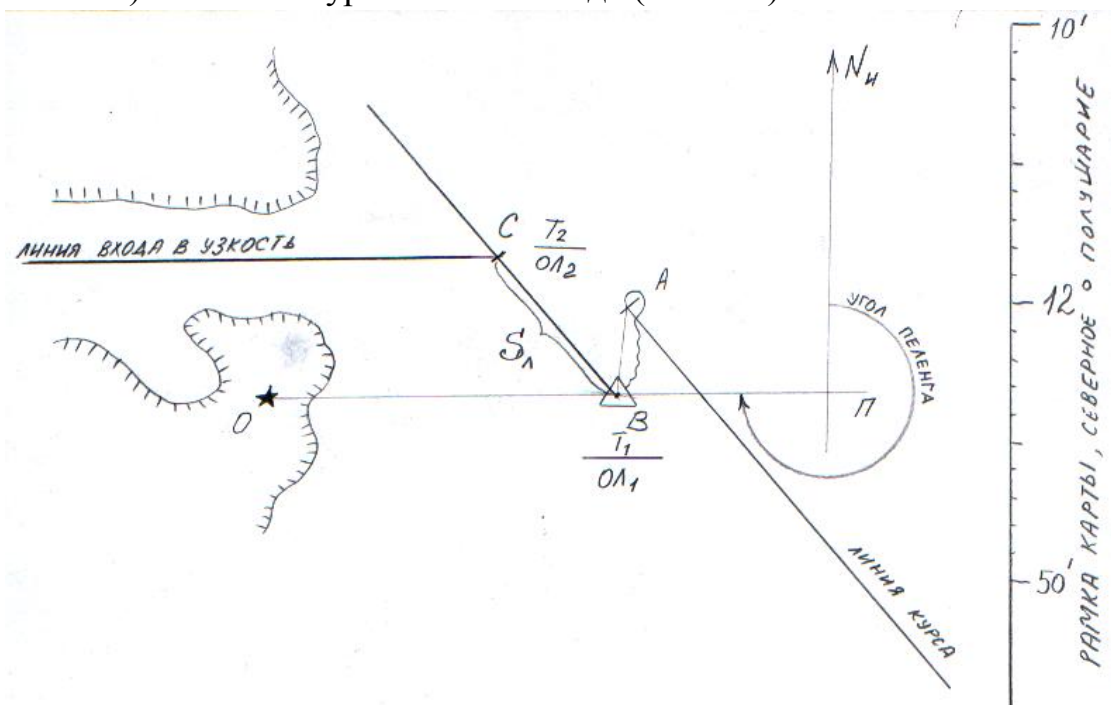
- 1). Прокладываем на карте линию, по которой будем входить в узкость (линия входа).
- 2). Из точки местоположения ориентира прокладываем линию, параллельную линии входа (у нас это линия ОП). Снимаем с карты угол, под которым расположена линия ОП по отношению к истинному меридиану. Причём снимаем его, считая, что линия идёт со стороны судна в сторону ориентира. Это будет угол пеленга с судна на ориентир.
- 3). В момент выхода судна на заданный угол пеленга замечаем время  $T_1$  и отсчёт лага  $ОЛ_1$ . Отмечаем на линии курса счислимую точку (точка А). Мы видим, что пеленг не прошёл через счислимую точку, это значит, что наше счислимое место не совпадает с истинным. Однако ясно, что оно находится где-то на линии пеленга. В этом случае мы должны уточнить место. Делается это так:



- 4). Из счислимой точки на линию пеленга опускаем перпендикуляр. В точке его пересечения с линией пеленга находится наше уточнённое место (точка В).
- 5). Из точки В проводим линию курса при помощи параллельной линейки до пересечения с линией входа в узкость (точка С).
- 6). Снимаем расстояние на отрезке СВ – получаем  $S_{\text{л}}$ . Если у нас учитывается коэффициент лага, исправляем  $S_{\text{л}}$  этим коэффициентом и получаем ожидаемую РОЛ (разность отсчета лага) на момент выхода на линию входа в узкость.
- 7). Рассчитываем отсчёт лага  $ОЛ_2$  на этот момент.  $ОЛ_2 = ОЛ_1 + РОЛ$ .
- 8). Можем рассчитать и время поворота (хотя и ориентироваться мы будем не по нему, а по показаниям лага).

$$T_2 = T_1 + \Delta T; \Delta T = \frac{S_{\text{л}}}{V_{\text{п}}}$$

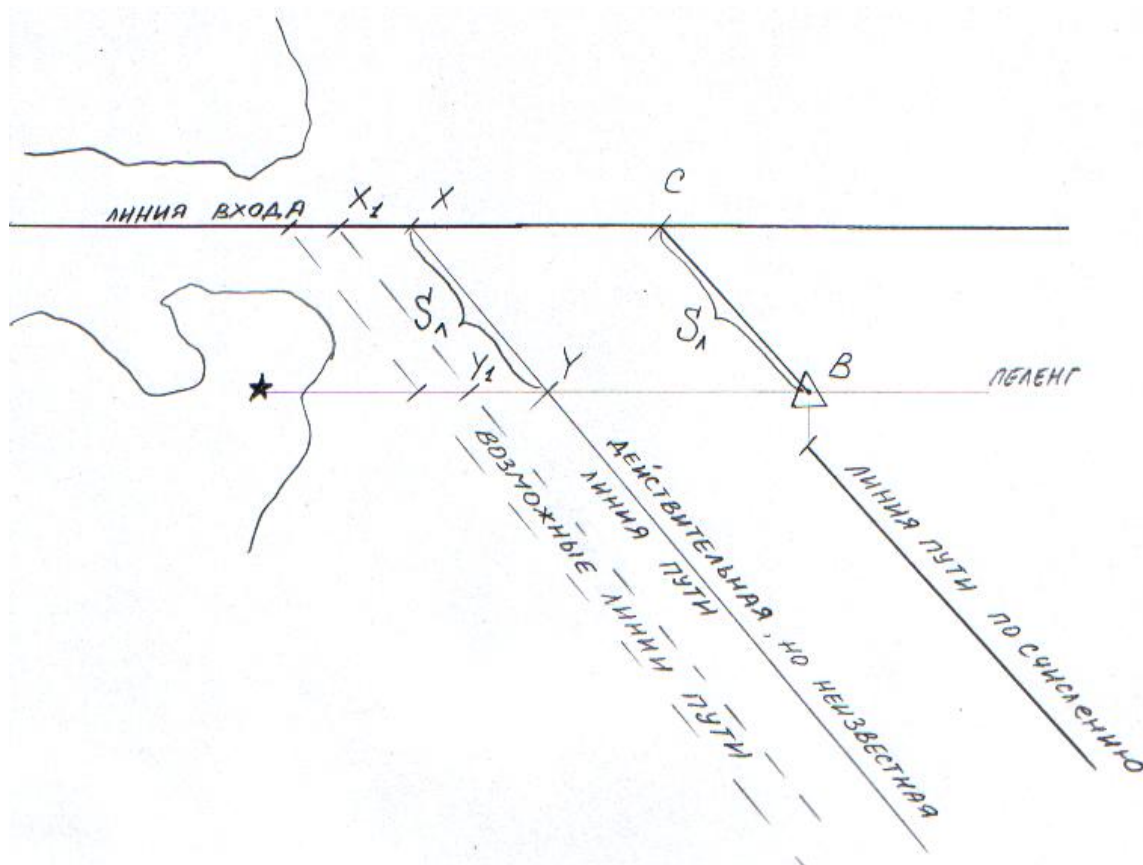
- 9). Когда судно выйдет на рассчитанный отсчёт лага  $ОЛ_2$ , ложимся (рис. 14.21) на новый курс – линию входа (точка С).



**Рис. 14.21. Вход в узкость по счислению с использованием места судна, уточнённого по одной линии положения**

Несколько слов необходимо сказать о сущности этого метода (рис. 14.22). Такие вещи нужно не просто уметь делать, но и понимать.

Нам, так или иначе, нужно оказаться на линии входа в узкость, но мы не знаем точно, где находимся. Но курс, которым мы следуем, нам известен. Также у нас исправен лаг и мы можем достаточно точно определить пройденное расстояние.

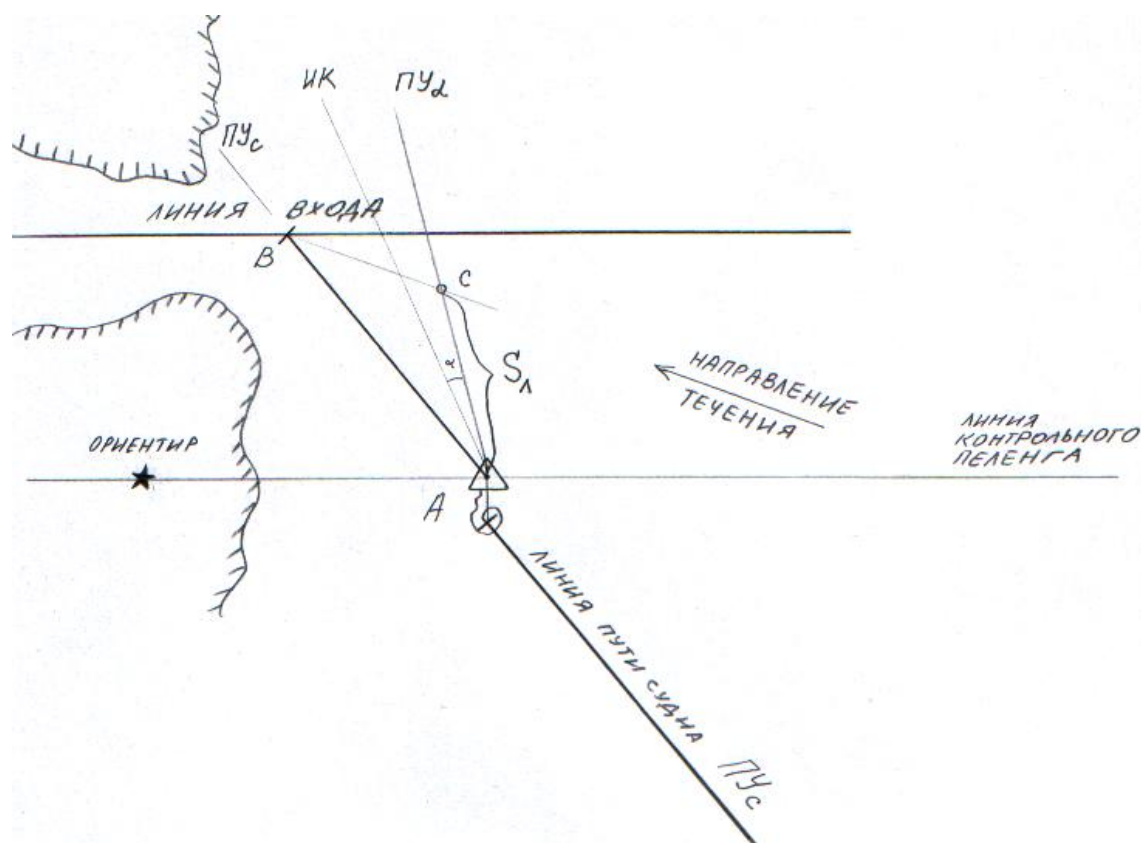


**Рис. 14.22. Сущность метода входа в узкость по счислению с использованием места судна, уточнённого по одной линии положения**

В момент пересечения контрольного проложенного пеленга, который параллелен линии входа, мы точно знаем лишь то, что находимся где-то на линии этого пеленга, но не знаем точно, где именно. Однако из рисунка ясно, что где бы мы ни находились, нам остаётся пройти до линии входа расстояние  $S_d$  заданным курсом.

И это расстояние, где бы мы ни находились на линии пеленга, будет одинаково, потому что линии параллельных курсов пересекают взаимно параллельные линии пеленга и входа, а образовавшиеся при этом пересечении отрезки имеют одинаковую длину (это уже просто школьная геометрия). Вот длину этих отрезков нам и надлежит определить и перевести в отсчёт лага, по которому мы будем ориентироваться при повороте. В общем, ничего особенно сложного.

На таких несложных умозаключениях, кстати, основан широко применяемый на практике метод параллельных индексов, о котором мы поговорим чуть позже. А пока попробуем ввести в наш пример действие дрейфа и течения. Опять же, вспомним, что тут главное – откладывать пройденные по лагу расстояния на линии ПУ<sub>α</sub>. Обратимся к рисунку.



**Рис. 14.23. Вход в узкость по счислению с использованием уточнённого по одной линии положения места судна при наличии дрейфа и течения**

Порядок действий тут следующий:

- 1). Уточняем место судна при пересечении линии контрольного пеленга, параллельного линии входа. Для этого из счислимой точки опускаем на линию пеленга перпендикуляр, получаем уточнённое место (точка А).
- 2). Из точки А прокладываем линии истинного курса (ИК), путевого угла на дрейфе ( $ПУ_{\alpha}$ ), путевого угла при совместном влиянии дрейфа и течения ( $ПУ_{\sigma}$ ).
- 3). Из точки пересечения линии входа и линии  $ПУ_{\sigma}$  (точка В) прокладываем линию, параллельную направлению течения, но в направлении, *обратном* этому направлению до пересечения с  $ПУ_{\alpha}$ . (точка С).
- 4). Снимем с карты длину отрезка АС, которое и будет равняться расстоянию, пройденному судном по лагу до пересечения с линией входа.
- 5). Переводим это расстояние в разность отсчётов лага точно так же, как мы делали это в предыдущих примерах. Вычисляем отсчёт лага на момент поворота, прибавляя РОЛ к отсчёту лага, соответствующему точке А.
- 6). Когда лаг покажет рассчитанную величину, осуществляем поворот (в точке В).

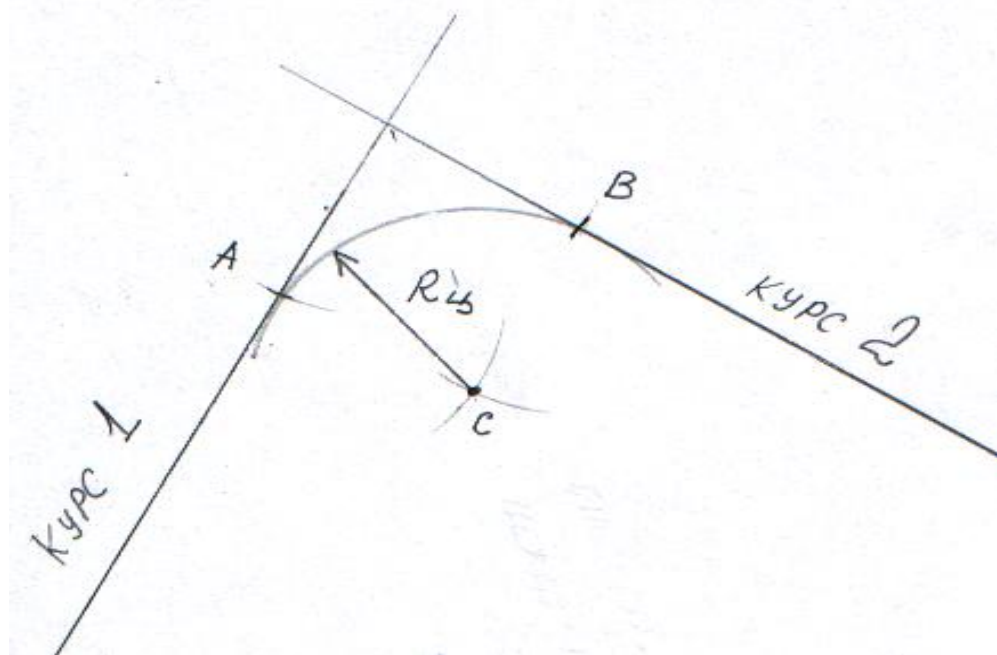
Раз уж мы коснулись поворота, то, завершая главу о счислении пути судна, разберём, как учитывается циркуляция судна и оформляется на карте поворот с учётом циркуляции. О том, что такое циркуляция, мы уже говорили. Сам учёт циркуляции производят только на картах крупного мас-

штаба (1:100 000 и крупнее), там, где кривая циркуляции может быть выражена в масштабе карты. Величину диаметра (или, соответственно, радиуса) циркуляции, в зависимости от скорости судна и состояния его загрузки, берут из маневренных элементов, которые в виде плаката вывешены на каждом мостике. Кстати говоря, хороший штурман знает эти элементы для своего судна просто наизусть. При учёте циркуляции решаются две задачи.

**Определить точку начала поворота на новый курс, если значение этого нового курса известно.** Для этого:

- 1). Проводим начальный курс (курс 1) до пересечения с новым курсом (курс 2).
- 2). Из точки пересечения курсов 1 и 2 раствором циркуля, равным радиусу циркуляции, делаем засечки на обоих курсах (получаем точки А и В).
- 3). Этим же раствором циркуля, но уже последовательно из точек А и В проводим внутри образованного курсами 1 и 2 угла дуги до их пересечения. Получаем точку С.
- 4). Этим же раствором циркуля проводим из точки С дугу окружности, с началом в точке А и концом в точке В.

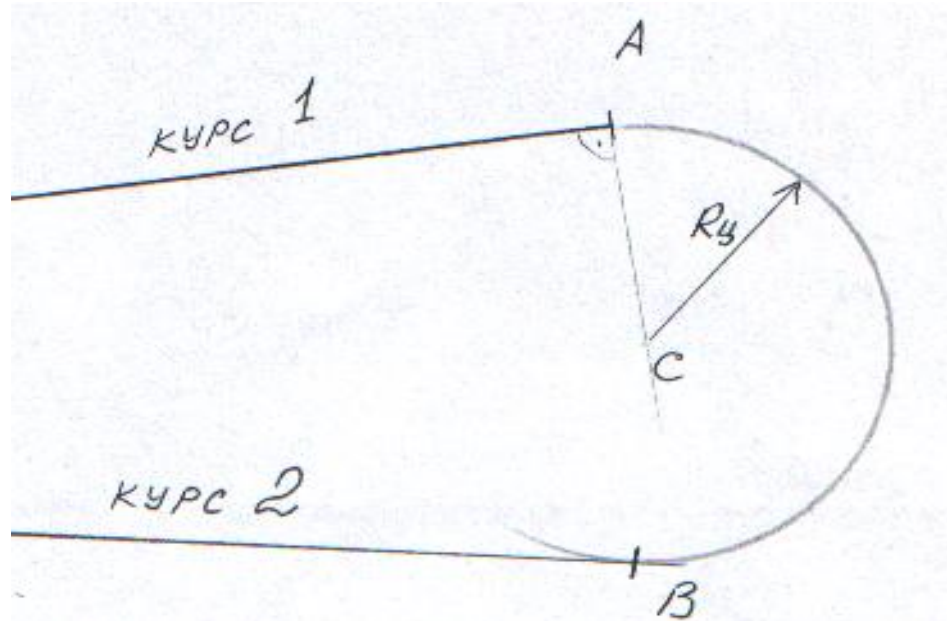
В результате имеем точки А и В – точки начала и конца поворота. Дугу окружности АВ (с центром в точке С), которая является графическим отображением траектории центра тяжести судна (или, попросту, его пути) в процессе самого поворота (рис 14.24).



**Рис. 14.24. Определение начала и конца поворота при учёте циркуляции в счислении**

**Определить точку выхода на новый курс, если известна точка начала поворота.** Для её решения:

- 1). Из точки начала поворота (точка А) проводят перпендикулярную линию в сторону прохождения нового курса (рис. 14.25)
- 2). Раствором циркуля, равным радиусу циркуляции, из точки А делают засечку на перпендикуляре. Получают точку С.
- 3). Из точки С этим же раствором циркуля проводят окружность.
- 4). Используя параллельную линейку, находят точку касания нового курса (курс 2) к полученной окружности. Получают точку В – окончание поворота. Стирают «ненужную» часть окружности, оставляя лишь дугу, по которой судно движется от начала поворота до его конца (дугу циркуляции).



**Рис. 14.25. Определение точки окончания поворота на новый курс при учёте циркуляции**

## 15. ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА

Ну вот, подошли мы и к решению главной из штурманских задач – определению места своего судна. Способов такого определения существует немало. Здесь мы постараемся разобрать большинство из них и, как обычно, понять принцип действий и разобрать их последовательность. Сначала разберём так называемые навигационные способы. **Важно! Если у приборов есть поправки, то необходимо полученные при их помощи значения этими поправками исправлять! Не забывайте!** В большинстве случаев это будет исправление значений, снятых при помощи компасов поправками самих компасов.

### 15.1. ОМС по двум пеленгам

Этот способ довольно распространён. Технически он осуществляется при помощи либо пеленгатора (взятие визуальных пеленгов), либо при помощи радиолокатора (взятие радиолокационных пеленгов). Причём пеленга нужно брать в определённой последовательности, а именно – сначала пеленг на объект, находящийся на курсовых углах, ближайших к диаметральной плоскости судна (на рисунке ниже это будет пеленг 2), а затем пеленг на объект, находящийся на курсовых углах, близких к траверзным (на рисунке – пеленг 1). Это делается потому, что значения пеленгов, расположенных на близких к ДП курсовых углах изменяется медленнее.

Для нас важно понять, что на карту нужно наносить как можно более «свежую» линию положения (в нашем случае – линию пеленга). Ясно, что если мы сначала возьмём пеленг, ближайший к траверзу, то, пока мы будем измерять второй пеленг, значение первого изменится значительно, он как-бы «устареет». А если мы проведём измерения в правильной последовательности, то последний взятый пеленг «устареть» не успеет и полученное место судна будет более точным. Нередко случается, что объекты располагаются примерно под одинаковыми углами от траверза по разные его стороны (в нос и в корму), так, что линия траверза является почти биссектрисой угла между двумя ориентирами. (Я называю это «биссектрисным траверзом», может и не очень точно, зато хорошо запоминается). Тогда последовательность измерений не важна, хотя лично я предпочитаю в таких случаях сначала брать носовые пеленга, а потом кормовые.

Здесь необходимо отметить, что при значительных скоростях судна (более 15 узлов), при использовании данного метода рекомендуется приводить измеренные пеленги к одному моменту времени, потому что, несмотря на правильную последовательность измерений, их величина из-за большой скорости всё равно изменяется быстро. Особенно это важно, если мы столкнулись со случаем «биссектрисного траверза».

Для приведения измерений к одному моменту времени существует следующая последовательность.

- 1). Берётся компасный пеленг 1-го ориентира.
- 2). Берётся компасный пеленг 2-го ориентира. **Замечают время и отсчёт лага на момент этого измерения.**
- 3). Снова измеряется компасный пеленг 1-го ориентира.
- 4). Осредняем значения пеленгов 1-го ориентира. Этим и приводится величина пеленга 1-го ориентира к моменту измерения второго.

$$КП_{\text{первого ориентира приведённый}} = (КП_{1 \text{ 1-е измерение}} + КП_{1 \text{ 2-е измерение}}) : 2$$

Первоначально необходимо определить, какие ориентиры мы будем использовать для нашего ОМС. Ясное дело, прежде всего они должны быть

обозначены на карте и хорошо наблюдаться визуально или на экране радара. Кстати говоря, чисто практически радиолокационные пеленга сами по себе измеряются быстрее и приводить их к одному моменту времени совсем не обязательно. Принципы графического выполнения метода при использовании визуальных и радиолокационных пеленгов идентичны. Существующие нюансы для нас незначительны и мы на них не будем останавливаться.

Важно помнить – **угол между пеленгами должен быть как можно более близким к  $90^\circ$** . (Допустимыми пределами считается область между  $30^\circ$  и  $150^\circ$ ). Во-первых, постараемся понять и запомнить, почему именно к  $90^\circ$ . Математически данное правило может быть объяснено с помощью теории ошибок, но нам на практике такие «сложности» совершенно ни к чему. Лучше всего сказанное объяснят рисунки. Перед тем, как их рисовать, вспомним, что как бы точно мы не измеряли пеленг любым из способов и любым оборудованием, в измерениях всегда будет присутствовать ошибка. Забегая вперёд, отмечу, что это касается измерений абсолютно любых навигационных параметров (пеленгов, расстояний, глубин, горизонтальных и вертикальных углов). То есть полученное нами значение всегда чуточку ошибочно. На нашей картинке наглядно видно, что кроме использованных для определения места судна линий пеленгов (толстые линии), существуют ещё и возможные значения пеленгов (тонкие линии), которые могут «ускользнуть» от нас в результате ошибок измерений (рис. 15.1).

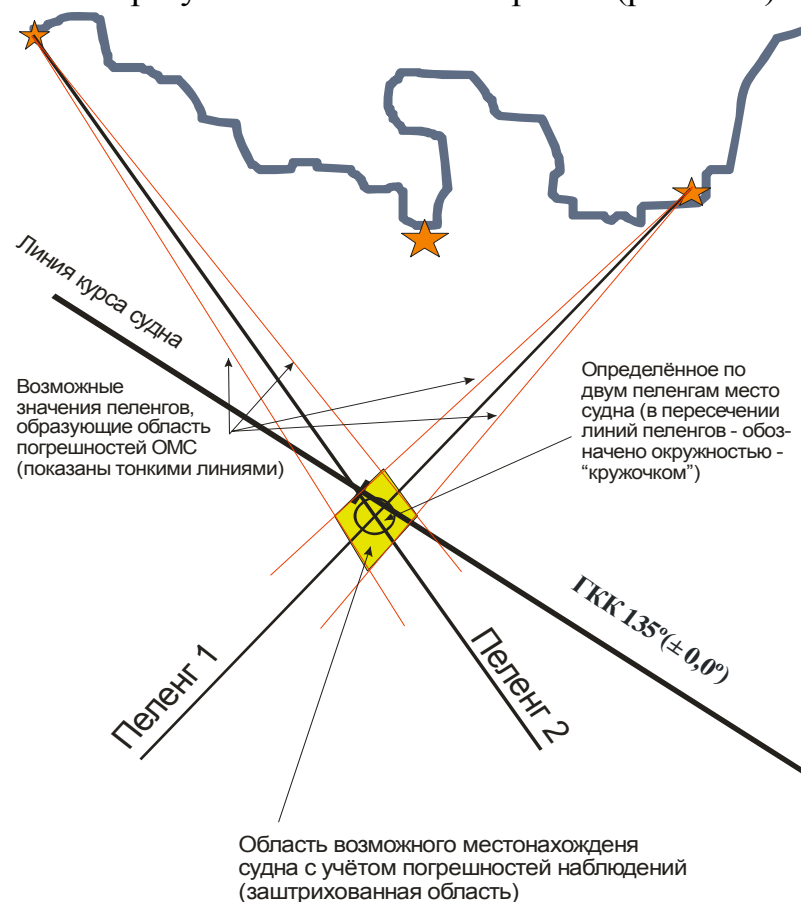
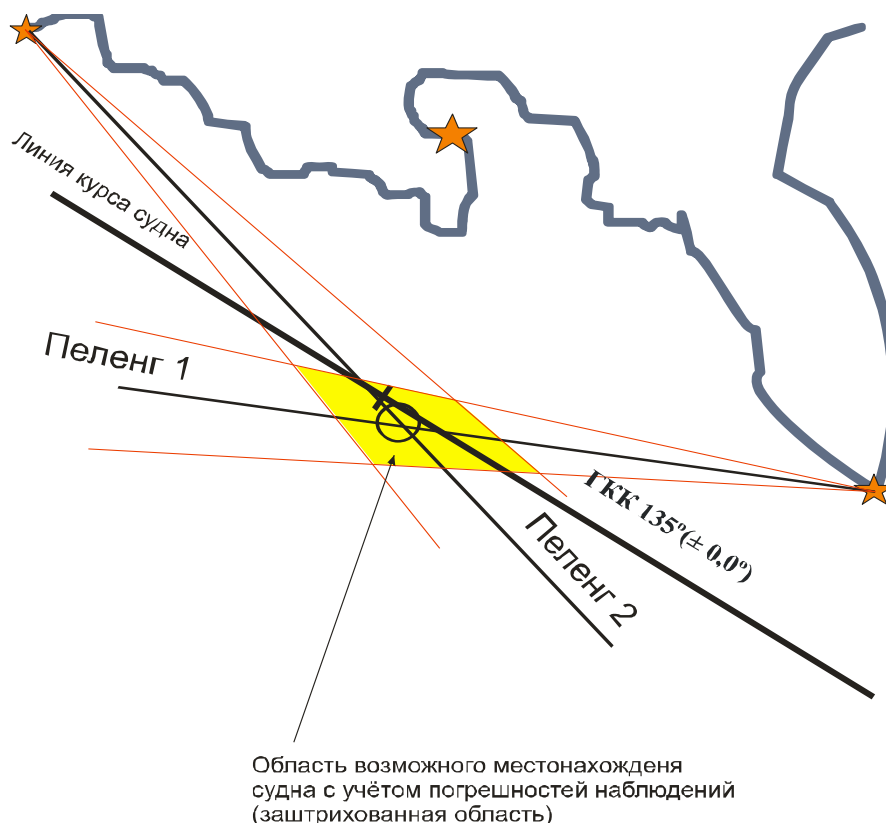


Рис. 15.1

Понятно, что ошибка может быть как-бы по обе стороны от измеренного нами пеленга. Поэтому и на рисунке возможные значения пеленгов показаны по обе стороны от Пеленга 1 и Пеленга 2. На самом деле истинное место может находиться на пересечении любой из пар возможных значений пеленгов. Такие возможные места будут находиться внутри нашей заштрихованной области. Предполагается, что мы нанесли на рисунок наибольшие из возможных отклонений, возникающих при ошибках измерений (а отклонения эти могут быть и меньше). Мы полагаем, что наиболее вероятным местом является место где-то в середине заштрихованной области. Да и сама эта область на нашем рисунке не очень-то и велика, а, следовательно, и вероятность того, что место определено верно, довольно высокая.

А теперь посмотрим, какой вид примет заштрихованная область, если ориентиры будут располагаться под острым или тупым углом, значительно отличающимся от  $90^\circ$  (рис. 15.2).



**Рис. 15. 2**

Бросается в глаза, что площадь зоны возможного местонахождения судна значительно увеличилась, а, значит, вероятность того, что само место найдено верно, соответственно, уменьшилась. Кстати говоря, описываемый сейчас принцип лежит, во всех случаях и при любых способах ОМС, в основе требования к стремлению подбирать ориентиры таким образом, чтобы угол между ними был как можно ближе к  $90^\circ$ .



Теперь, для полноты восприятия, изобразим случай, когда ориентиры расположены под острым углом (рис. 15.3).

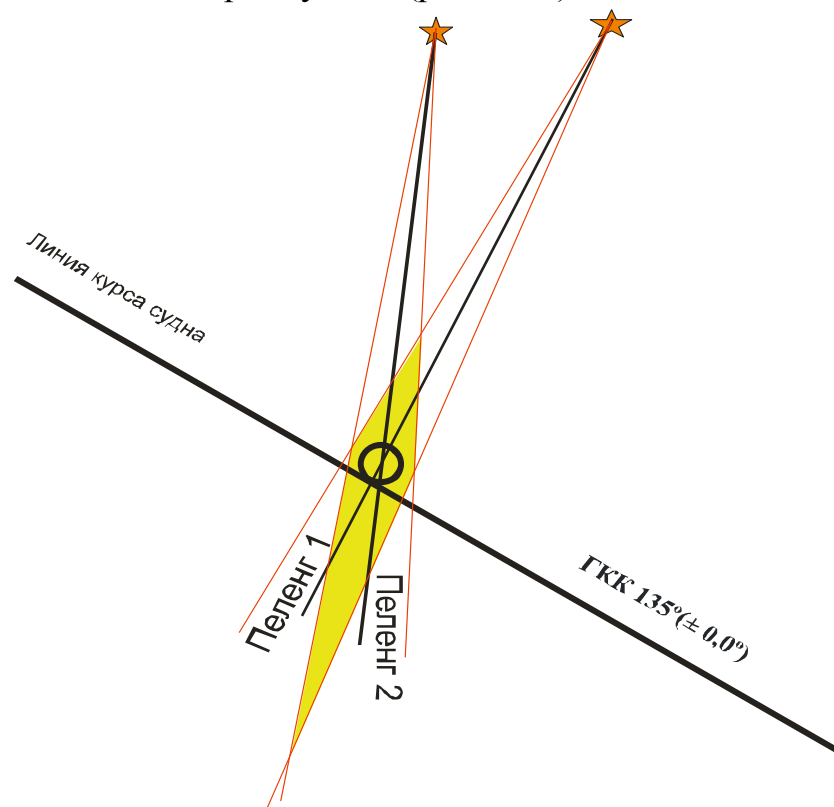


Рис. 15.3

Заштрихованная площадь стала ещё больше. Ну и вероятность ошибки, соответственно, тоже.

Это основные моменты, которые нам необходимо помнить. Практически же для получения места мы измеряем пеленгатором или с помощью радиолокатора пеленга на выбранные (с учётом сказанного выше) ориентиры и прокладываем их на карте от выбранных ориентиров. В пересечении линий пеленгов получаем точку. При всём при том помним, что при пользовании магнитным компасом мы измеряем обратные компасные пеленга, а при пользовании гирокомпасом и радаром – прямые.

Обо всех этих тонкостях мы подробно беседовали в предыдущих главах, но не будет лишним рассказать один практический приёмчик, остановившись на одной из особенностей штурманского транспорта. Он устроен таким образом, что, если вообще не привязываться к ориентиру, а просто произвольно проложить линию угла, то линия эта, что для прямого, что для обратного пеленга, будет выглядеть совершенно одинаково. Хитрость начинается, когда мы проводим линию от какой-либо точки (ориентира). Проведёшь в одну сторону – будет прямой пеленг, в другую – обратный. Следовательно, перевод обратного пеленга в прямой и, наоборот, по формулам можно и не делать, а достаточно отлично представлять себе сам те-

атр плавания, положение судна относительно ориентиров и картушку своего компаса. Так что советую ещё раз вернуться к предыдущим главам, где всё это нарисовано, расписано и объяснено. Словом, опять: «встаньте дети, встаньте в круг». А кто говорил, что будет легко?

### 15.2. ОМС по трём пеленгам

Сам принцип метода точно таков же, как и при ОМС по двум пеленгам. Однако правила выбора ориентиров чуточку другие. Во-первых, угол между ориентирами, по возможности, должен приближаться к  $60^\circ$  и  $120^\circ$ , всегда «удаляясь» от  $90^\circ$  и  $180^\circ$ . Во-вторых, желательно, чтобы сами ориентиры находились на одном побережье, особенно при плавании между берегами разных континентов (проливы Босфор и Гибралтар, к примеру), или же были точечными (небольшие островки, скажем). Если ориентиры точечные, то очень неплохо, если они расположены между собой под углами, близкими к  $120^\circ$ , т.е. «раскиданы по горизонту». Тогда вероятное место всегда будет находиться внутри треугольника погрешностей, о котором мы подробно поговорим ниже. Ну и во всех случаях при всех ОМС сами ориентиры должны выбираться из расположенных к судну наиболее близко.

Пеленга, при необходимости, также приводятся к одному моменту времени, а именно – ко времени измерения третьего пеленга. Ну и пеленги в таком случае измеряют в определённой последовательности. При этом, как и в случае ОМС по двум пеленгам, сначала измеряют пеленги, расположенные ближе к ДП судна, а в последнюю очередь – ближайшие к траверзу. Для наглядности обратимся к рис. 15.4, а потом разберёмся чуть подробнее с приведением измерений к одному моменту времени.

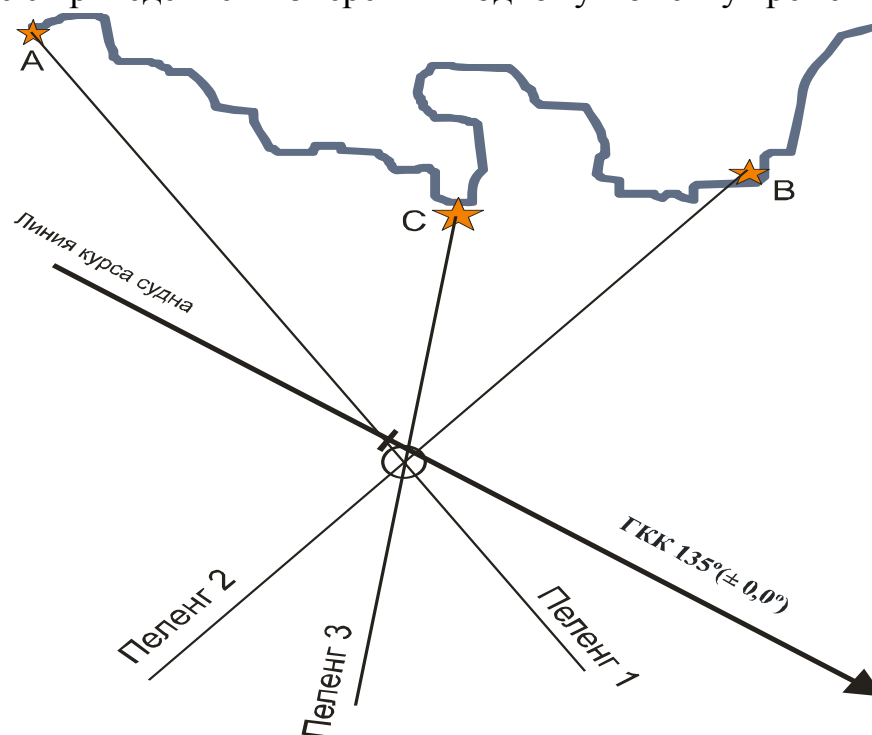


Рис. 15.4

Итак, по изложенным выше причинам берем пеленги в следующей последовательности: Пеленг 1 (ориентир А), Пеленг 2 (ориентир В), Пеленг 3 (ориентир С), затем снова пеленг на ориентир В, и, наконец, опять пеленг на ориентир А. Замечаем время и отсчёт лага на момент измерения пеленга 3 (ориентир С). Обозначим наши компасные пеленги соответственно порядку их измерения:  $КП_A$ ,  $КП_B$ ,  $КП_C$ ,  $КП_B'$ ,  $КП_A'$ . На карте будем прокладывать следующие значения пеленгов:

1.  $КП_{Acp} = (КП_A + КП_{A'}) : 2$
2.  $КП_{Bcp} = (КП_B + КП_{B'}) : 2$
3.  $КП_C$ .

Здесь мы привели наши измерения к моменту времени взятия пеленга на ориентир С.

**Не забываем, что непосредственно после маневрирования (изменения курса) показания компаса не очень точны, поэтому полагаться на ОМС сразу после поворота не следует! По прошествии определённого времени (скажем, 5 – 10 минут), если позволяют обстоятельства, необходимо определить место своего судна ещё раз. Или использовать другие, не зависящие от курсоуказателей (компасов) методы ОМС, о которых мы поговорим ниже.**

Но вернёмся к нашим бара..., то есть пеленгам. На рисунке всё получается идеально красиво. Все три пеленга пересекаются в одной точке, что даёт нам веские основания считать её надёжным определением нашего места. Однако, в реальной жизни такое случается очень редко. Почти всегда картинка ОМС выглядит несколько иначе (рис. 15.5).

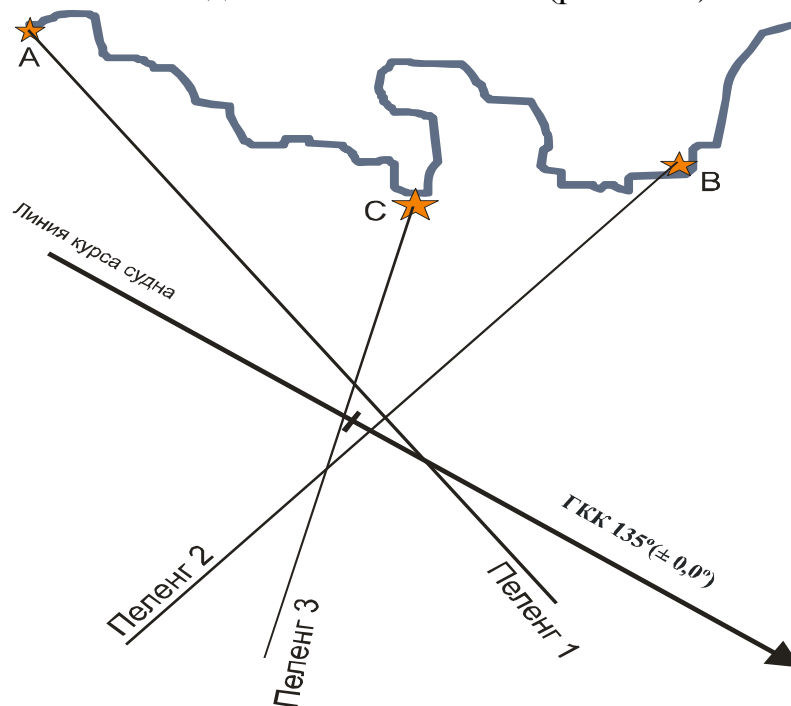


Рис. 15.5

Линии пеленгов не пересекаются в одной точке, Из-за разнообразных ошибок и неточностей в их пересечении образуется треугольник, так называемый **треугольник погрешностей**. Наиболее вероятное место определяется, в зависимости от расположения и пересечения пеленгов, а также после проведения анализа возможных причин образовавшихся ошибок. Этот процесс носит название **разгонка треугольника погрешностей**. Обратите внимание на то, что место не будет всегда находиться внутри треугольника погрешностей. К этому нужно относиться очень внимательно! Первоначально разберём причины, по которым ошибки возникают.

1. Неточности при снятии значений пеленгов, так называемые промахи.
2. Разнообразные случайные ошибки, величина которых невелика.
3. Ошибки в определённых поправках компасов.
4. Ошибки при приведении времени наблюдений к одному моменту.
5. Ошибки в показаниях компаса, возникающие при недавних изменениях курса (баллистические погрешности).
6. Ошибки в опознавании береговых ориентиров.

Честно говоря, точно разобраться в причинах появления пресловутого треугольника (рис. 15.6) довольно сложно. Если треугольник велик (его стороны больше, чем 0,5 м.мили), то можно говорить и о промахах в наблюдении и о неправильном опознании ориентиров. В таком случае необходимо произвести наблюдения ещё раз. Если повторные результаты снова приведут к образованию большого треугольника, можно предполагать наличие ошибочно определённой поправки компаса.

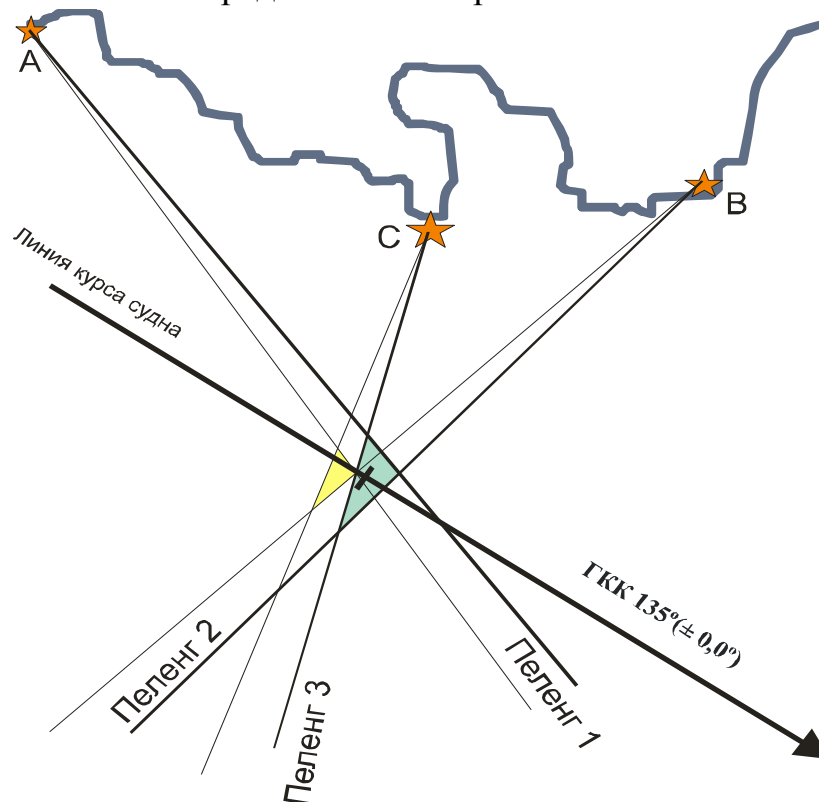


Рис. 15.6

В этом случае значения имеющихся пеленгов изменяют на  $2^\circ - 4^\circ$  в одну и ту же (или в сторону увеличения, или в сторону уменьшения значений) сторону и прокладывают от ориентиров новые (как бы вспомогательные) пеленги. При этом получают новый треугольник погрешностей.

Затем линиями соединяют сходственные вершины обоих треугольников и в пересечении этих линий получают точку места судна, которая, согласно существующей на сегодняшний день теории, не зависит от влияния неверной поправки компаса. Проиллюстрируем сказанное рисунком. Вспомогательные пеленги показаны тонкими линиями, а треугольники погрешностей – заштрихованы.

Далее наша задача состоит в том, чтобы соединить сходственные вершины полученных треугольников отрезками прямых (рис. 15.7) до их пересечения в одной точке, как говорилось выше.

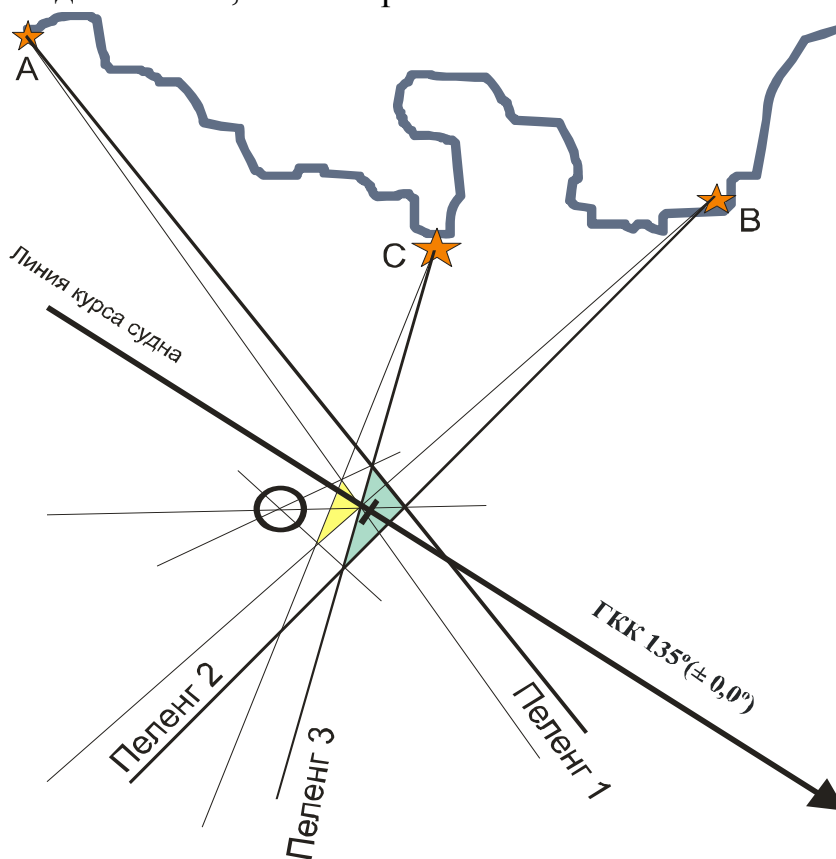
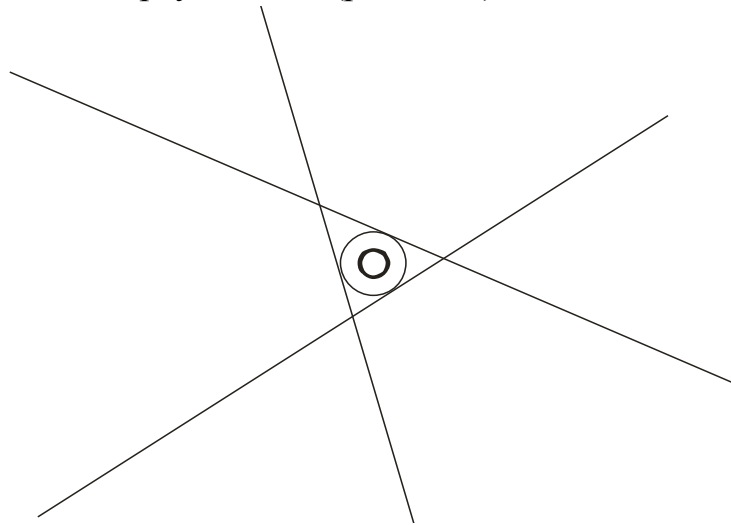


Рис. 15.7

Вот мы и получили место судна по трем пеленгам. Но это только частный случай. На самом деле, и треугольники (основной и вспомогательный) погрешностей могут иметь другие размер и формы, по-разному располагаясь друг относительно друга, и ориентиры могут находиться относительно судна в иных положениях и на иных расстояниях. Все эти факторы имеют значение и влияют на анализ обсервации и нахождение самой

обсервованной точки. Здесь нет смысла разбирать все тонкости анализа разнообразных частных случаев разгонки треугольника погрешностей и нахождения точки места. Их много и на практике, по правде говоря, они не очень-то применяются. На практике судоводители чаще всего руководствуются правилом – если треугольник велик, то измерения некачественны, и нужно их повторить.

Вообще говоря, если треугольник погрешностей изначально невелик (его стороны имеют длину, меньшую, чем 0,5 м.мили), то за обсервованное место чаще всего принимают точку центра окружности, которую можно вписать в такой треугольник (рис. 15.8).



**Рис. 15.8. Обсервованное место в центре вписанной в треугольник погрешностей окружности**

Естественно, никаких геометрических построений, чтобы вписать такую окружность, проводить не нужно. Обычно её центр определяется на выпуклый морской глаз.

Данный способ в навигации считается одним из самых точных, так как является достаточно надежным, простым и позволяет легко выявить как ошибки в наблюдениях, так и погрешности в определении поправки компаса.

### 15.3. ОМС по крьюс-пеленгу

Этот метод применяется в тех случаях, когда пеленг на предмет определить можно, а вот расстояние до него – нет. Предмет пеленгуют дважды, место судна получают на момент вторых измерений. Место это будет счислимо-обсервованным, а не обсервованным. Заметим здесь, что счислимо-обсервованное место получается всегда с использованием элементов счисления (времени и отсчетов лага). Следовательно, его точность напрямую зависит от точности счисления, тогда как чисто обсервованное место от счисления не зависит, и на него можно полагаться вернее.

При пеленговании замечают моменты времени  $T_1$  и  $T_2$  и отсчёты лага  $ОЛ1$  и  $ОЛ2$ . Прокладка и вычисления выполняются в следующей последовательности.

- 1). Прокладывают первый пеленг  $П1$ . На линии пути отмечают счислимую точку, записывают время  $T_1$  и отсчёт лага  $ОЛ1$ .
  - 2). Прокладывают второй пеленг  $П2$ , отмечают время  $T_2$  и отсчёт лага  $ОЛ2$ .
  - 3). Из точки ориентира проводим линию, параллельную линии пути судна (линия  $К$ ).
  - 4). Снимаем с карты расстояние  $S_{\pi}$  между счислимыми точками на моменты первых и вторых наблюдений и откладываем его на линии  $К$ . Это же расстояние можно вычислить по формуле, если известна поправка лага (а мы полагаем, что она известна, или равна нулю, иначе как бы счисление вообще вели?):  $S_{\pi} = РОЛ \cdot (1 + \frac{\Delta L}{100})$ . Получаем точку  $A$ .
  - 5). Из точки  $A$  проводим линию, параллельную первому пеленгу (линия  $КП$ ).
  - 6). В пересечении линии  $КП$  и второго пеленга получаем место судна.
- Построения хорошо видны на рис. 15.9.

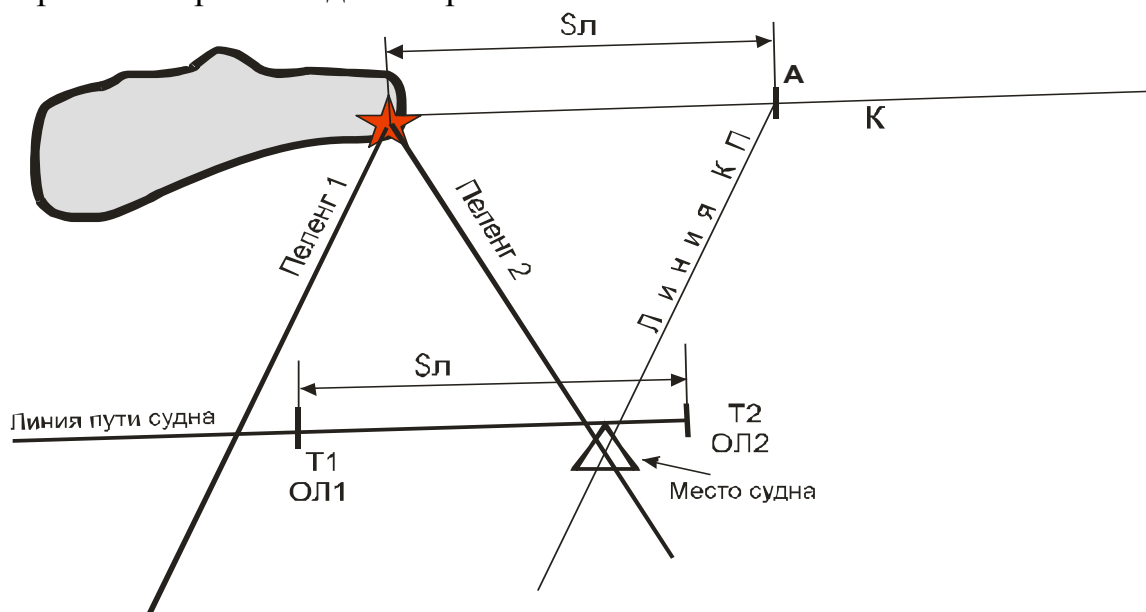


Рис. 15.9. ОМС по крьюс-пеленгу

#### 15.4. ОМС по расстояниям (дистанциям)

Существуют следующие способы определения судна по расстояниям: по двум дистанциям, по трём дистанциям, по крьюс-расстоянию.

Здесь нужно отметить, что расстояния в навигации могут быть измерены двумя способами – визуально (с помощью дальномера и по измеренному секстаном вертикальному углу до ориентира, высота которого известна) и с помощью радиолокатора. Говоря честно, дальномера на судах я за

всю свою жизнь так и не встретил. Что касается измерения расстояния с помощью секстана, то способом этим сейчас никто не пользуется, потому что сделать это, используя радар, и проще, и надёжнее, и быстрее. Но радар – это всего лишь техника, которая, хоть и достаточно редко, но ломается. А значит, мы должны иметь всегда в резерве старые, дедовские методы. Поэтому способ этот мы здесь разберём, мало ли что, а вдруг, да пригодится.

Нам может быть известна высота предмета, как над уровнем моря, так и от его основания. Вот что известно, то и меряем. То есть либо угол между срезом воды и вершиной, либо между основанием и вершиной ориентира. Рисуем сию хитрость (рис. 15.9).

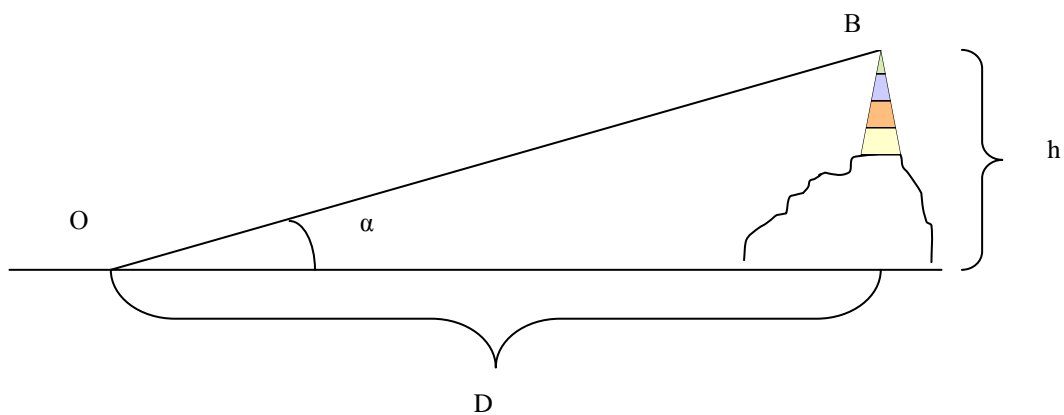


Рис. 15.9

Имеем: наше местоположение (точка O), при этом высотой глаза наблюдателя смело пренебрегаем, измеренный секстаном вертикальный угол между срезом воды и высотой ориентира  $\alpha$ , высоту ориентира над уровнем моря  $h$ . Необходимо найти дистанцию до ориентира  $D$ . Используем для решения задачи формулы обыкновенной тригонометрии.

Из рисунка, который, собственно говоря, представляет собой прямоугольный треугольник с вершинами в точках: места судна – O, вершины ориентира – B, и основания ориентира (не обозначаем, потому что ни к чему), видно:  $D = h \operatorname{ctg} \alpha$ . Измеряемые для решения этой задачи углы очень малы, и на практике поэтому их котангенсы не вычисляют. Просто берут полученный угол и выражают его в радианах. Тогда наша формула примет вид:  $D = h \alpha(\text{рад.})$ .

Так как у нас известная высота ориентира дана в метрах, то и результат мы получим в метрах. Переведём его в морские мили, разделив на 1852. А наши градусы-минуты (на самом деле – только минуты, тут до градусов дело никогда не доходит), сразу переведём в радианную меру, пользуясь соотношением:  $\operatorname{tg} \alpha = \alpha' \operatorname{arc} 1' = \alpha' : 3438$ , получим:

$$D = \frac{3438h}{1852\alpha'} = 1.86 \frac{h}{\alpha'}$$



*Пример:* Известны:

Высота ориентира  $h = 135$  м.

Отсчёт секстана  $OC = 0^\circ 12,3'$

Инструментальная поправка секстана  $i + s = +1,2'$

*Решение:*

$\alpha = OC + (i + s) = 0^\circ 12,3' + 1,2' = 0^\circ 13,5'$

$D = 1,86 (135 : 13,5) = 18,6$  м. мили.

Необходимо отметить, что этот способ не очень точен, и использовать его, повторяю, нужно только тогда, когда другой возможности определить своё место у вас нет.

Но самым надёжным методом определения расстояния до объектов на море является *радиолокационный*. То есть, мы снимаем дистанции с радара. Однако при описании этого метода необходимо остановиться на некоторых особенностях использования локатора. Это очень важно, потому что незнание таких особенностей может привести к неверному, ошибочному измерению, и место судна будет определено неправильно. А нам это совсем не нужно. Тут всё упирается в технические характеристики самого радара.

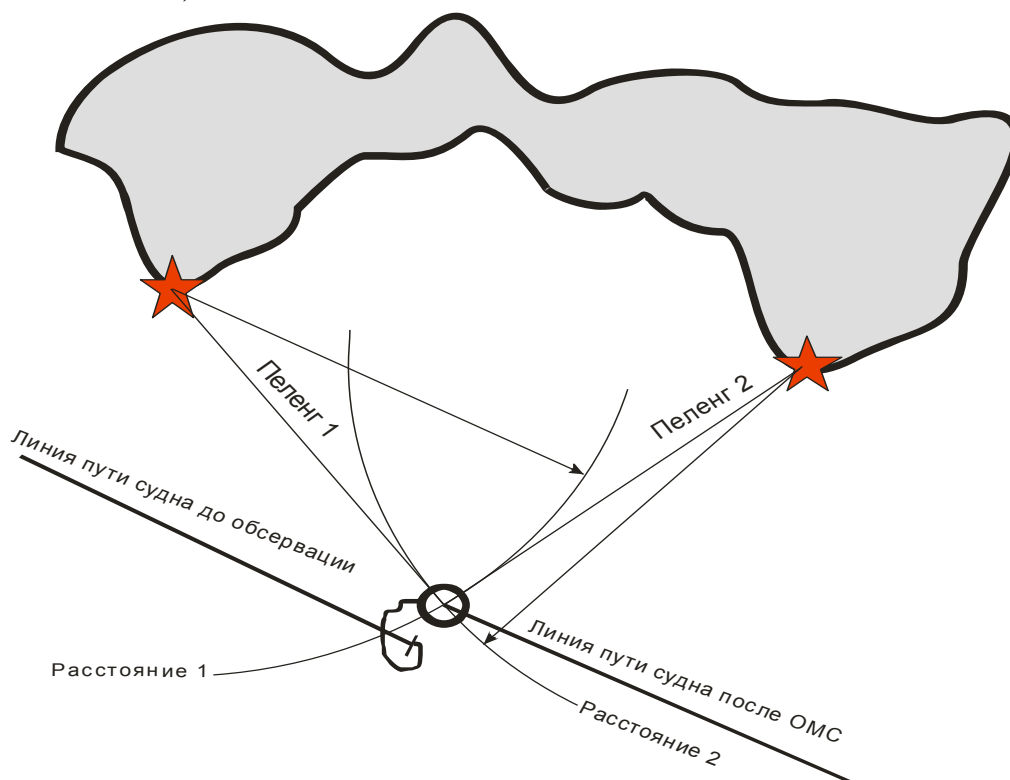
Дело в том, что он по-разному «изображает» на своём дисплее разные поверхности, от которых отражается посланный антенной луч. Очень хорошо, чётко, отображаются высокие, обрывистые берега, разнообразные бетонные и металлические конструкции достаточно большого размера. И совсем плохо – песчаные низкие берега, всякие там мангровые заросли и малые, пусть даже металлические объекты, имеющие плавные формы. Вот, в общем-то, и вся хитрость.

А посему, перед тем, как определять расстояние до какого-либо объекта, обозначенного на карте и удобного для ОМС, необходимо, прежде всего, на эту самую карту внимательно посмотреть, и определить, с каким объектом мы имеем дело, как он будет отражать луч нашего радара. По-умному это называется: какой отражательной способностью обладает объект. А на карте указаны и характер берега, и высота его среза над уровнем моря, и даже, иногда, материал, из которого он изготовлен.

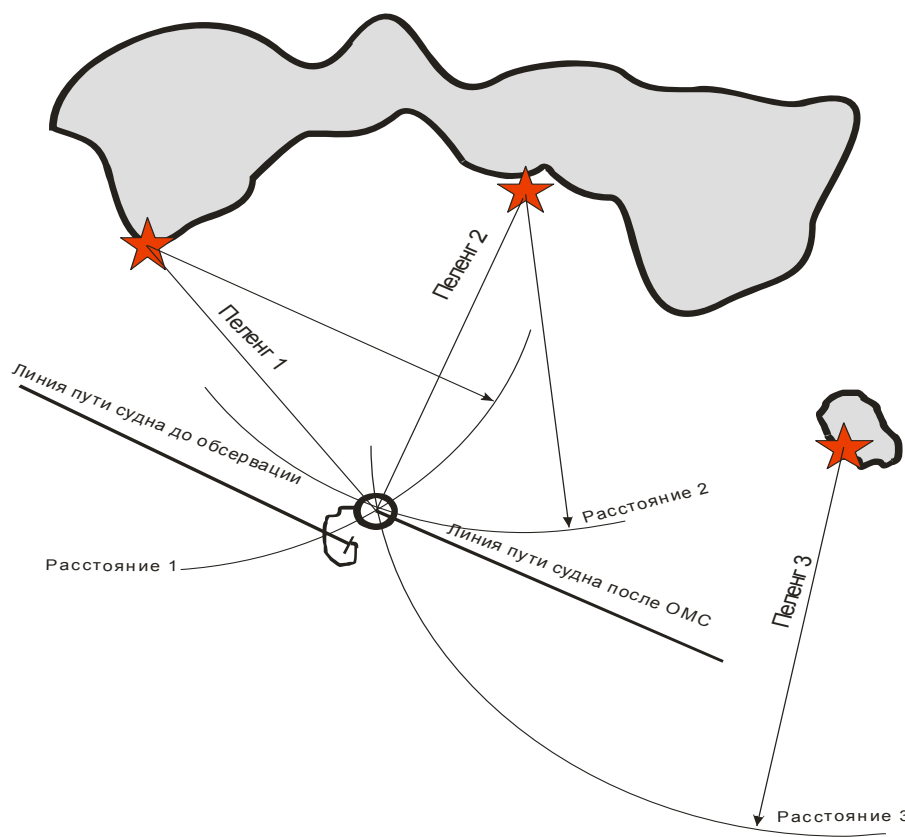
Словом, вся информация есть. Ну и выбираем то, что повыше и потвёрже. Так-то оно надёжнее будет. Особое внимание уделим буям. Они хоть и железные, но в радар не всегда хорошо видны, если не оборудованы так называемым радиолокационным отражателем. Этот отражатель на карте также обозначается специальным символом, и мы всегда стараемся выбирать буи, где таковой символ имеется.

Отметим ещё так называемые *точечные ориентиры*. К ним относятся те самые буи и маленькие островки. Положение их на карте и местности таково, что при использовании для ОМС вероятность ошибок снижается, за что они так любимы судоводителями. НО! Всегда помните, что остров-то никуда, по большому счёту, не денется (это надёжный ориентир), а вот буй, по разным причинам, может оказаться и в другом месте (быть переставленным или смещённым со своей позиции в результате сильного шторма или какой-либо аварии). Это уже, во многом, вопрос добросовестной корректуры коллекции карт, но и информация от гидрографических служб всегда приходит на суда с некоторым запозданием. Посему к буям всегда относимся с некоторой долей осторожности и подозрительности. Их нужно надёжно и тщательно опознавать перед использованием.

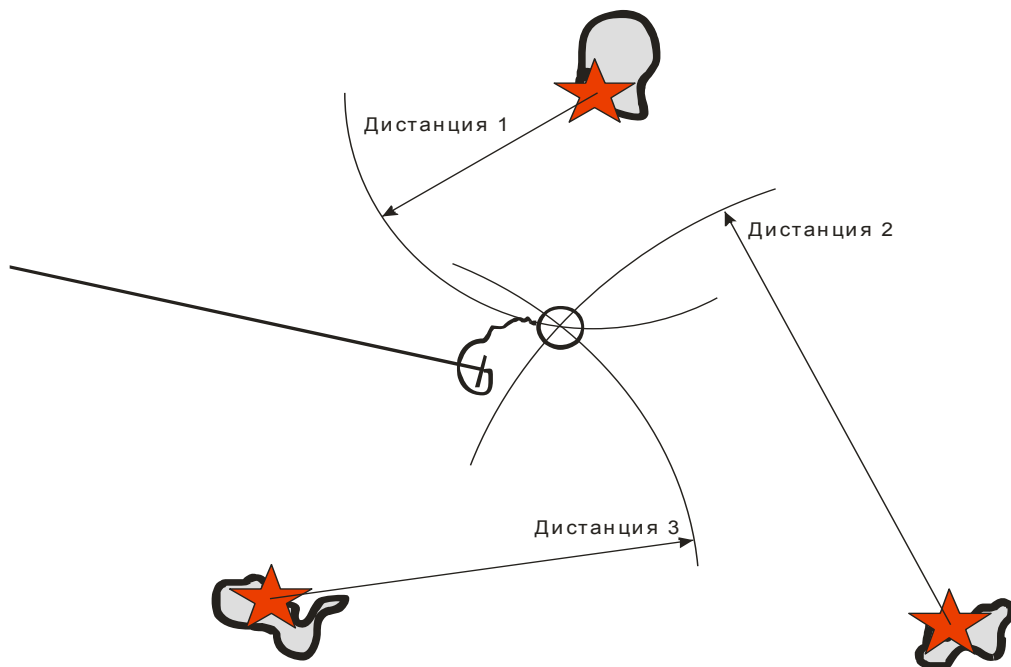
Теперь о выборе местоположения самих ориентиров. Тут действует похожее правило – дуги окружностей измеренных расстояний должны пересекаться под углом, наиболее близким к  $90^\circ$  при ОМС по двум пеленгам, и наиболее близким к  $60^\circ$  и  $120^\circ$  при ОМС по трём пеленгам. Ну а практически это выглядит, как и при ОМС по пеленгам, то есть пеленги на выбранные объекты располагаются один относительно другого под тем же углом, под каким должны пересекаться дуги окружностей (рис.15.10 – 15.12).



**Рис. 15.10. ОМС по двум дистанциям. Ориентиры расположены относительно судна под углом, близким к  $90^\circ$**



**Рис. 15.11. ОМС по трём дистанциям, ориентиры расположены между собой относительно нашего судна на углах, близких к 60°**



**Рис. 15.12. ОМС по трём дистанциям, ориентиры расположены между собой относительно нашего судна на углах, близких к 120°**

Причина этого правила та же, что и при ОМС по пеленгам. Чем острее или тупее угол, тем больше зона возможных ошибок. Если бы мы и это нарисовали, то получилось бы похоже на рис. 15.2 или 15.3, а посему мы этого делать не будем.

Точно так же важна и последовательность пеленгования. Только теперь сначала измеряются дистанции до ориентиров, находящихся ближе к траверзу, а затем – до ориентиров, находящихся на близких к ДП судна курсовых углах. Это потому, что расстояния до траверзных ориентиров меняются медленнее, чем до ориентиров, лежащих ближе к ДП.

Вообще, для любых способов определения места судна всегда действует правило:

*В первую очередь измеряются те из значений навигационных параметров (пеленги, дистанции и т.п.), которые, при движении судна, изменяются во времени медленнее. В последнюю очередь – те, которые изменяются быстрее.*

Технически метод выполняется просто. Измеряем дистанцию. Затем используем циркуль (не измеритель!). Циркулем снимаем с рамки карты (а этому мы уже научились) полученное расстояние, иглу циркуля утыкаем в наш объект, дистанцию до которого мы измеряли, и, не меняя раствора (то есть – не изменяя положение ножек циркуля друг относительно друга), откладываем дугу окружности в районе предполагаемого места. В пересечении таких дуг расстояний, построенных «из ориентиров» – место нашего судна. Иногда нужно приводить измерения к одному моменту наблюдений. И причины этой необходимости, и методы, описаны в разделе ОМС по пеленгам. Никакой разницы ни в последовательности измерений, ни в самих расчётах.

При ОМС по трём дистанциям также образуются треугольники погрешностей. На практике место полагают в середине такого треугольника, если он невелик. Если же треугольник получается большой, то либо сняты ошибочные отсчёты, либо неверно опознаны ориентиры.

**ОМС по крьюйс-расстоянию.** Этот метод не очень распространён, как и, по правде говоря, все остальные «крьюсы». Тем более, что полученная в результате точка не является, строго говоря, обсервованной. Она является счислимо-обсервованной. Его, теоретически, используют, когда есть возможность измерить расстояние, а вот пеленг – нет. Например, если неисправен компас. (Хотя, в наше время такую ситуацию представить себе нелегко). Но разберём и его.

Здесь измеряют дистанцию до ориентира, а потом, через определённое время, снова дистанцию до этого же ориентира. Соответственно, на каждый момент измерений замечают время  $T_1$ ,  $T_2$  и отсчёт лага ОЛ1 и ОЛ2. Ну и выполняют построения на карте, а именно:

1). Из ориентира проводят линию, параллельную проложенной на карте линии пути судна.

2). На полученной линии в направлении пути откладывают расстояние, пройденное судном по лагу от момента первых измерений до момента вторых измерений ( $S_{\pi}$ ). Его, как всегда, высчитывают по формуле:

$S_{\pi} = \text{РОЛ} = \text{ОЛ}_2 - \text{ОЛ}_1$ . Это, если у лага нет поправки. А если поправка лага есть, то:  $S_{\pi} = \text{РОЛ} \cdot \left(1 + \frac{\Delta L}{100}\right)$ . Получают точку В.

3). Из полученной в результате точки на параллельной пути судна линии, отложенной от ориентира (точки В), откладывают расстояние, полученное в результате первых измерений ( $D_1$ ).

4). Из центра самого ориентира откладывают дистанцию, полученную в результате вторых измерений ( $D_2$ ).

5). В пересечении  $D_1$  и  $D_2$  получаем счислимо-обсервованное место своего судна.

Для лучшей эффективности метода следует выбирать промежуток времени между наблюдениями таким, чтобы дуги окружностей (с радиусами  $D_1$  и  $D_2$ ) пересекались под углом, большим, чем  $30^\circ$ . Ясно, что положение нашего ориентира и точка В должны находиться под углом, большим  $30^\circ$  относительно судна (рис. 15.13)

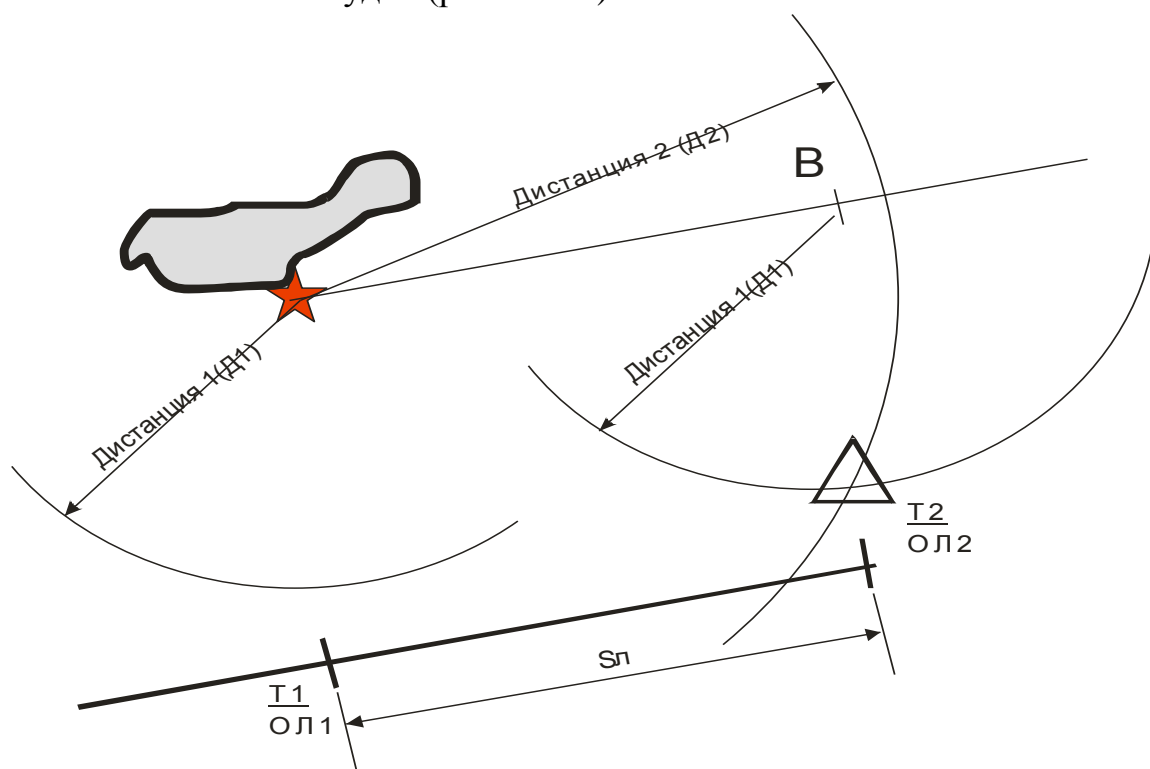


Рис. 15.13. ОМС по крьюс-расстоянию

### 15.5. ОМС по пеленгу и дистанции

Это самый удобный, любимый практиками и довольно точный способ. Уже хотя бы потому, что две используемые в нём разнородные линии положения (пеленг и дистанция) расположены друг относительно друга под углом  $90^\circ$ . О том, как выбирать ориентиры, мы уже говорили, но в данном методе это не так важно, потому что ошибки в одной линии положения как бы компенсируются другой линией. Здесь нужно только руководствоваться общим для всех ОМС правилом – *считай себя ближе к опасности* и стараться выбирать для определения точечные ориентиры. Метод хорош ещё тем, что не нужно приводить полученное место к одному моменту времени, так как оба параметра снимаются с дисплея радара практически одновременно.

Не могу отметить и один практический нюанс. Ведение навигационной прокладки, как я уже говорил, нередко проверяется всякими инспекторами и т.п. А вот они очень хотят, чтобы место судна определялось *разными способами*. Что ж, это на самом деле, где-то, и правильно. Используя различные способы, мы проверяем себя, точность опознания ориентиров, исправность приборов и так далее. Несомненно. Однако, очень часто, особенно при частых обсервациях, не получается разные методы использовать. Или некогда (упаси вас боже сказать кому-нибудь, что у вас не было, нет, или не будет времени – на флоте это, мягко говоря, не принято!). В таких случаях используется самый удобный для вас при существующих обстоятельствах способ, но на карте извольте оформлять прокладку так, чтобы было видно, что способы вы использовали *разные!* А практически проверять себя на самом деле нужно. Как? А это уж по обстановке. GPS, например, или по прохождению траверзов ориентиров, по створам, да мало ли. Всего-то в книжке не опишешь, тут, как ни крути, определённый опыт нужен, господа. А выполняется метод просто. Берут пеленг, дистанцию на ориентир, замечают время и отсчёт лага, да и прокладывают это всё на карте (рис.15.14)

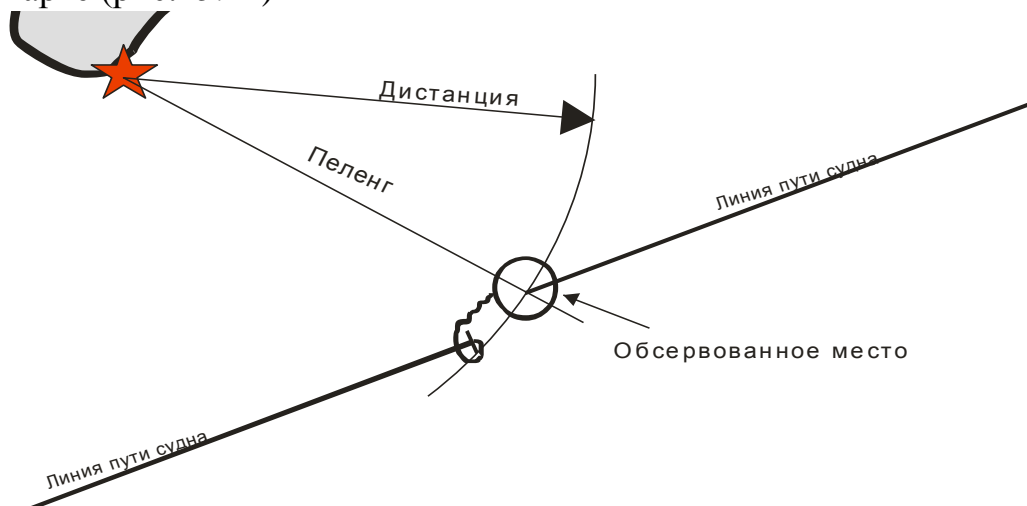


Рис. 15.13. ОМС по пеленгу и расстоянию

### 15.6. ОМС по двум горизонтальным углам

Способ применяется редко, но имеет неоспоримое преимущество. И знать его нужно. Преимущество состоит в том, что для измерений используется только секстан, а он, практически не ломается. Да и на судне их, минимум, два. Так что может сломаться всё, а место вы иметь будете. Тем метод и ценен.

Секстаном измеряются **горизонтальные** углы между парами ориентиров из трёх – А, В и С. Угол между А и В обозначим, как  $\alpha$ , угол между В и С –  $\beta$ . Затем полученные отсчёты измеряются инструментальной поправкой секстана.

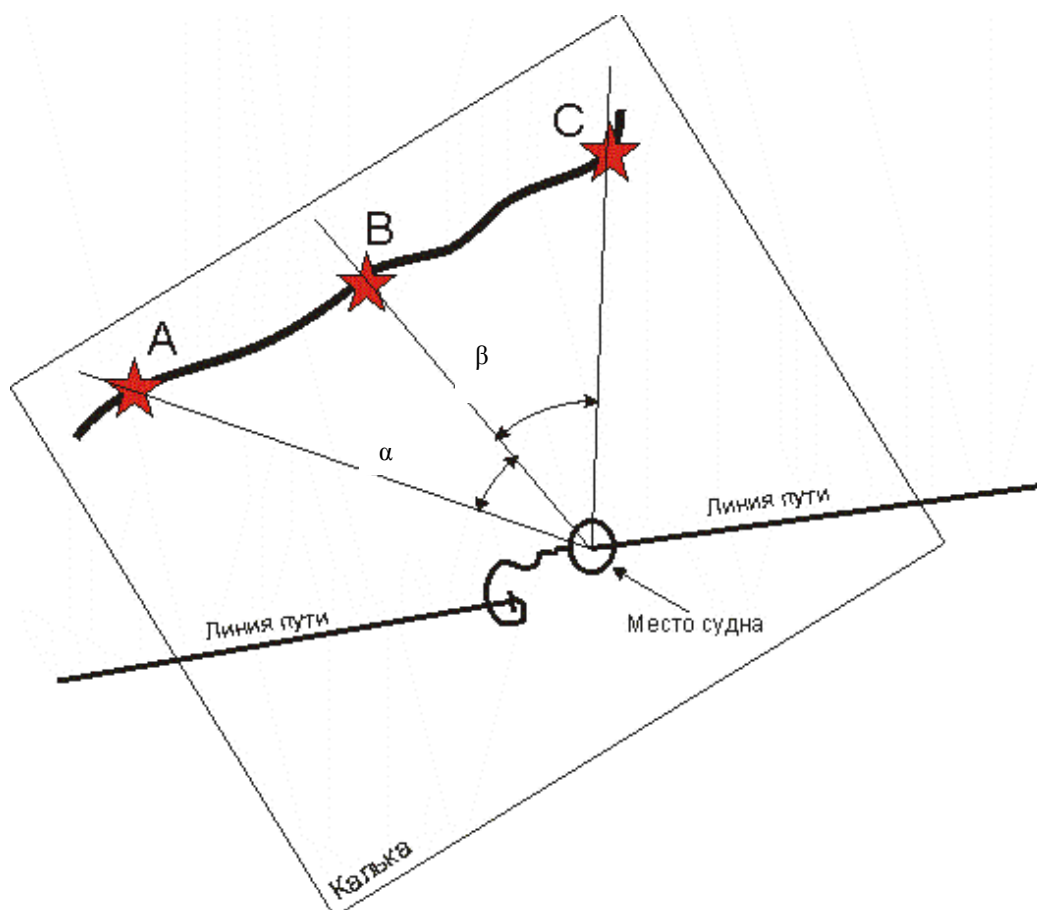
Тут-то и пришло время вспомнить о протракторе. Мучительно вспоминаем, где же видели его в последний раз, находим и достаём. Крайние линейки протрактора устанавливаем на величины полученных углов и кладем прибор на карту так, чтобы его центр находился приблизительно в районе счислимой точки. Теперь начинаем двигать протрактор по карте так, чтобы стороны линеек, на которых имеется скос, прошли одновременно через все три ориентира. Как только это получилось, делаем кнопкой в центре лимба аккуратненький накол, который и покажет обсервованную точку на карте.

А вдруг, так и не вспомним, где протрактор? Или его вообще на судне нет? (А так случается). Не беда. Можно приспособить к делу обыкновенную кальку. Тогда ставим на ней любую точку, от точки строим произвольную прямую, по обе стороны от которой откладываем измеренные углы – по одну сторону  $\alpha$ , по другую –  $\beta$ . Наша произвольная прямая будет проходить через ориентир В. Линия, получившаяся при откладывании угла  $\alpha$ , пройдет через ориентир А, а линия, получившаяся при откладывании угла  $\beta$  – через ориентир С. Получаем, в принципе, то же, что и при использовании протрактора. И так даже удобнее, не нужно думать, на какой же там из сторон есть скос, а на какой его нет.

Тут, ясное дело, без иллюстрации не обойдешься (рис. 15.15).

Но есть тут нюанс. Место судна нельзя определять указанным способом, если и судно, и ориентиры находятся на одной окружности. Это так называемый случай неопределённости. Его тригонометрическое обоснование, как, впрочем, и обоснование самого метода, мы тут разбирать не будем. Неинтересно. А вот как случая неопределённости избежать, это мы посмотрим. Для этого нужно подбирать ориентиры, руководствуясь каким-либо из следующих принципов:

1. Все три ориентира удалены от судна на одинаковое расстояние.
2. Средний ориентир расположен ближе к судну, чем крайние.
3. Все три ориентира располагаются на одной прямой.



**Рис. 15.15. Построения при определении места судна по двум горизонтальным углам**

При использовании данного способа следует приводить наблюдения к одному моменту времени (если, конечно, не два наблюдателя одновременно измеряли соответствующие углы). Действуют здесь, в принципе, так же, как и при ОМС способами, описанными выше. Сначала берут первый угол, потом второй и снова первый. Моменты времени наблюдений и отсчёты лага замечают. Высчитывают среднее значение первого угла:

$$\alpha_{cp} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}.$$

За момент времени принимают момент вторых измерений.

Можно также измерить горизонтальные углы и с помощью пеленгатора. Но это целесообразно делать, когда поправка компаса велика и хочется её определить. А так и смысла особого нет, проще по пеленгам определиться. Если всё же используем пеленгатор для определения горизонтальных углов, то быстро берём пеленги на ориентиры и находим разности: между левым пеленгом и средним, а потом – между средним и правым. Так и получим наши горизонтальные углы.

Это были самые основные навигационные способы ОМС. Ещё место определяют по радиомаякам, но способ этот неточен и уходит из употребления не только фактически, но и юридически. Теперь на судах даже не-



обязательно иметь радиопеленгатор. И это хорошо. А то мороки – вагон, а толку не очень-то много.

Ещё место судна определяют с помощью, как я уже говорил, GPS, а также радионавигационных систем. Но на современных приёмо-индикаторах всей этой аппаратуры просто высвечиваются готовые координаты, которые остаётся лишь нанести на карту. А как этим всем пользоваться – увы, в этой книжке я не напишу. Потому что каждым прибором – по разному. Ничего не остаётся, как читать руководства для пользователя и действовать соответственно. А как вы думали?

Все описанные способы можно комбинировать, ведь нам главное – получить для ОМС несколько линий положения. Используют для этого также створы, траверзные расстояния, уточнение место по глубинам и т.п. Это тоже вопрос практического опыта, и в книге нет смысла на них останавливаться. Моряки всякие экзотические способы объединяют одним ёмким термином – метод опроса местного населения. Шутка, конечно, но... Если вы освоите то, что объяснено здесь, то вас уже штурманом можно смело считать.

## 16. ДАЛЬНЕЕ ПЛАВАНИЕ И ДУГА БОЛЬШОГО КРУГА

Ну вот, мы теперь уже очень многое знаем и умеем. Вести численные, прокладывать курс, определять место своего судна навигационными способами. Однако, в предыдущих главах говорилось, в основном о плавании на достаточно небольшие расстояния. Тут легко и просто как планировать переход, так и прокладывать курсы судна, на чём я сейчас останюсь чуточку подробнее.

Для прокладки курсов от одного пункта до другого сначала необходимо подобрать комплект карт на планируемый переход. Процедура эта не сложна. Нужно только помнить, что в качестве путевых карт (то есть тех, на которых мы будем вести исполнительную прокладку), используются карты самого крупного масштаба. А для наглядности, чтобы видеть или весь район плавания, или (при очень больших расстояниях на переходах), наиболее значительную его часть, используются генеральные карты.

Тут нам поможет каталог карт и книг. Не забываем, что книги на переход (навигационные пособия – лоции, огни и знаки, радиосигналы, информацию о течениях и т.п.) нам тоже необходимо заранее подобрать – и тоже с помощью названного каталога. Принцип его использования прост. К тому же, в начале каталога дана информация о том, как им пользоваться. На первых страницах там приводятся как бы контурные карты мирового океана.

На эти контурные карты нанесены рамки карт более крупного масштаба и указаны их адмиралтейские номера. То есть сразу и наглядно видно, какими путевыми картами «покрывается» наш район плавания. Выписываем номера карт, как путевых, так и более мелкомасштабных, вплоть до генеральных и достаём их из нашей коллекции. При подборе карт также руководствуемся соображениями простого здравого смысла. Например, если на отрезке плавания в открытом море нет ни островов, ни мелей, ни иных опасностей, можно использовать карты более мелкого масштаба. Но следует иметь в виду, что некоторых, особо дотошных проверяющих, соображения здравого смысла не особенно волнуют. Положено использовать самые крупномасштабные карты – и будьте любезны! Так что тут уж решать капитану. Не забудьте спросить его, можно ли в данном случае использовать карты «помельче».

Следующий этап предварительной прокладки – прокладка на генеральных (или, в зависимости от продолжительности плавания, мелкомасштабных) картах. Для этого, тем не менее, вам сначала нужны, как минимум, две путевые карты. Одна – для порта начала плавания, другая – для конечного пункта. Если путь проходит через напряжённые в навигационном отношении места (проливы, в близости островов и т.п.), то понадобятся карты и этих мест. Почему? Да потому, что вам, прежде всего, необходимо выйти из порта, зайти в порт, миновать опасности, словом, вывести судно «на чистую воду». А на мелкомасштабных и генеральных картах все эти опасности просто не видны. Поэтому первоначально нужно выполнить предварительную прокладку для стеснённых и опасных условий и определить координаты точек выхода на «чистую воду».

Далее мы наносим полученные точки на генеральную карту (или, в просторечии, генералку). Да и соединяем эти точки прямой линией. Вот и получили курсы из точки в точку. Но мы помним, что прямой на карте изображается локсодромия, которая, на самом деле, не является кратчайшим расстоянием на местности. Кратчайшим расстоянием будет ортодромия, или дуга большого круга, которая на карте изобразится кривой (на практике – несколькими прямыми отрезками, соединяющими определённые точки этой кривой). Но об этом чуть позже. А пока нам нужно «перенести» наши полученные курсы на путевые карты. Ну и ничего страшного. Из начальной точки маршрута откладываем линию курса, значение которого снимаем с генералки, аж до самой границы карты. Наносим на эту карту рамку следующей подобранной путевой карты (напомню, что все построения выполняют карандашом!). На многих современных картах такие рамки уже нанесены. Технически это делается так. Координаты мы снимать-наносить умеем, так вот это то же самое. Грубо говоря, нам нужны координаты углов рамки карты.

Но углы – это тогда, когда наш курс будет проходить где-то в районе такого угла. Если же он проходит где-то в середине карты, то достаточно снять значение долготы (если мы «вплываем» в карту с востока или запада) или широты (если «вплываем» с севера или юга), и нанести равную им линию на предыдущую карту. А затем перенести на следующую карту наш курс. Для этого сначала выбираем на курсе точку, лежащую внутри только что нанесённой нами границы следующей карты. Причём желательно, чтобы она лежала на пересечении линии курса и какой-либо из линий координатной сетки. Это для контроля и удобства переноса (или, как говорят, перехода с карты на карту).

Если на обеих картах есть навигационный ориентир, остров там, или характерный мыс, или буй (причём в решении данной задачи истинное местоположение буя нас не волнует), то прокладываем тонкой линией пеленг на ориентир и снимаем дистанцию до него. Затем по этому пеленгу и дистанции наносим нашу точку на следующую карту. И из неё продолжаем линию курса. И так на всём протяжении планируемого перехода. Этот способ переноса (по пеленгу и дистанции) считается наиболее предпочтительным. Неплохо проконтролировать положение точки на следующей карте по координатам. Хочу отметить, что координаты могут очень значительно различаться. Тогда проверьте все построения ещё раз, так, на всякий случай. Но если всё остаётся без изменений, вы не виноваты, эти заморочки возникли в результате построения самих карт из-за использования меркаторской проекции (о чём мы упоминали в начале книги). Поэтому-то и лучше «переходить» по пеленгу и дистанции.

Ну а если нет ориентиров. Ну, тогда деваться некуда – переходите по координатам. Иногда, в некоторых районах (например, в Средиземном море) выходит, что выполнив все построения, вы «не попали» в конечную точку маршрута, курс «уплыл». Подозреваю, что это тоже – из-за проекции. А также и из-за того, что в масштабе генеральной карты не удаётся «схватить» точное значение нужного нам курса. Ну и что делать? А «притянуть» прокладку, пользуясь определёнными погрешностями самой параллельной линейки. Ведь она, по правде говоря, чуточку непараллельна. Кое-какие десятые доли градуса в ней «гуляют». Этим и пользуемся. Теперь из конечной точки маршрута, как бы обратным ходом, прокладываем курс в начальную. Но при этом чуть-чуть, на  $0,2^\circ$  -  $0,3^\circ$  смещаем её в сторону той проложенной линии курса, которая «не попала» в конечную точку. И так, пока на какой-либо из путевых карт эти две линии не встретятся. В этом месте придаём безобразию пристойный вид, чтобы не было заметно лёгкой непараллельности линий, стираем ненужные построения, подписываем значения курсов – и дело в шляпе. Только я вам всего этого не рассказывал! И вообще об этом ничего не знаю!

Теперь, для наглядности, обратимся к рисунку, на котором я покажу, как осуществляется переход с карты на карту, и как оно всё оформляется. Да, кстати, при ведении исполнительной прокладки процедура перехода с карты на карту выполняется точно так же.

Сразу обратим внимание, что в нашем примере рамки соответствующих карт уже нанесены, ещё в типографии. И их несколько. А нам нужна определённая, а именно карта № 3816. (Её номер я обвёл только для наглядности, вам этого делать не нужно!) А вот обозначить нужную карту – необходимо. И я это сделал, проведя над и под линией курса точно по рамке карты по несколько штрихов. Точку перехода я наметил на меридиане  $120^\circ$ , он есть на обеих картах. Оформил построение, как при исполнительной прокладке. Если прокладка предварительная, то под чертой ниже номера карты дата не пишется.

Опять же на чисто исполнительной прокладке вместо «крестика» в конце линии курса будет стоять либо обозначение обсервации, либо – счислимой точки. На рис. 16.1 видно, что рамка следующей карты – линия меридиана  $119^\circ 51,4' E$  (восточная долгота). Если бы рамка уже не была нанесена, то нам бы пришлось нанести её самим, и результат бы выглядел точно так же, как выглядит сейчас. Номер карты тоже нужно писать. На новой карте продолжим курс из получившейся точки, и напишем рядом с №3807 (на предыдущей карте было – на №3816). Это даже рисовать не будем, и так ясно.

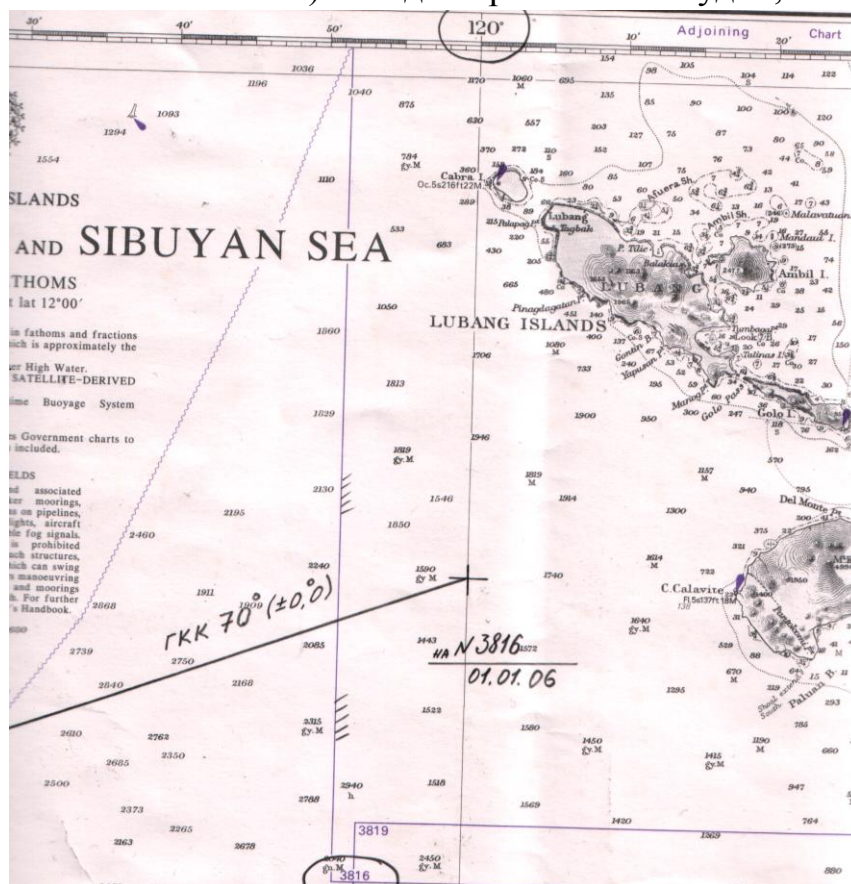


Рис. 16.1. Переход на следующую карту

Не могу ещё раз не напомнить, что перед работой с генеральными картами необходимо проложить пути на путевых картах в сложных с навигационной точки зрения районах (найти «точки чистой воды»).

Про «подъём карты» и необходимость корректуры вы, хочется надеяться, при всём при этом не забыли.

А теперь перейдём к плаванию океанскому и поговорим об ортодромии и локсодромии ещё раз. Что это вообще такое, мы уже знаем. Но вот как здорово: провёл на карте прямую линию между Гибралтаром и каким-либо из входов в Мексиканский залив, к примеру, и готово дело. Никаких тебе сложных построений. Многие капитаны так и делают, между прочим. Однако разница в расстоянии между ортодромией и локсодромией тогда составит где-то миль шестьдесят. А это, в зависимости от скорости судна, 4 – 5 часов времени. А прийти всегда надо в срок, а иметь это время в запасе совсем неплохо, и вообще...

Так что придётся, дорогой читатель, строить ортодромию, или дугу большого круга (сокращённо – ДБК), никуда не денешься. Ну и в чём проблема, спросите вы? Да так, особенно ни в чём. Тем более, что современные GPS и сами, после введения начальной и конечной точки, мгновенно вам эту самую ДБК посчитают. Да ещё и при плавании будут всё время показывать, на сколько и в какую сторону вы отклонились и как нужно подкорректировать курс. Сказка! Неприятности начинаются при составлении плана перехода и нанесении ДБК на морскую навигационную карту. Хорошо, если ваш GPS сконструирован так, что посчитает и промежуточные точки ДБК с заданным интервалом. Тогда точно проблем нет. Записали координаты промежуточных точек и нанесли их на карту, а потом соединили отрезками. Но отнюдь не все GPS имеют такую опцию. И отнюдь не всегда на судне есть компьютерная программа, считающая ДБК. Если этого нет, то придётся всё делать вручную.

Самый простой способ – это использование так называемой гномонической проекции. Такая проекция составлена специально, чтобы линия ДБК изображалась на ней в виде обыкновенной прямой. Ну так и находим гномоническую проекцию для нужного нам района плавания (тоже по каталогу карт и книг). На этой проекции ставим координаты конечной и начальной точки. И хоть здесь меридианы и параллели не выглядят прямыми линиями, они – кривые, но принцип нахождения координат – тот же самый. Если точка не попадает на целые линии координатной сетки, производим геометрическую интерполяцию между соседними, и находим нужные нам положения. Что такое геометрическая интерполяция в данном случае, я объяснять не буду, сами должны знать (ну, если не знать, то догадаться, потому что совсем уж несообразительным на море делать неча!)

Теперь полученные точки соединяем отрезком прямой линии. Нам для построения, как я уже говорил, нужно найти промежуточные точки ДБК и потом соединить их отрезками. Эти точки выбираются через определённые долготные интервалы (обычно –  $5^\circ$  -  $10^\circ$ ). Вот и снимаем с гномонической проекции эти точки. Они будут лежать в пересечении нашей прямой с правильными кривыми параллелей и меридианов. Рекомендую, для простоты, выбирать целые значения меридианов. Тогда геометрическую интерполяцию придётся делать только для параллелей. Получаемые координаты записываем и наносим на обычную меркаторскую карту. Но был у меня однажды случай, когда нужной гномонической проекции на судне не оказалось. Все были, а этой – нет. И GPS был простейший, без наворотов. Тут на помощь пришёл не очень распространённый, но весьма удобный и несложный математический способ расчёта ортодромии, которым я считаю своим долгом с вами поделиться. Кстати сказать, математических способов такого расчёта несколько, но они мне не нравятся, какие-то громоздкие, не наглядные, неудобные. Так что хватит и одного. Ну и на парочке графических способов остановимся тоже.

Ну а практически, что греха таить, по ДБК, чаще всего, ходят именно с помощью GPS. А прокладку делают перед приходом в порт по уже пройденным точкам. Но это не есть хорошо. Потому, например, что если плыть через Атлантику в Хьюстон по ДБК, то как раз въедешь в остров. А если это все сначала правильно на карте изобразить, то и не въедешь.

Итак, приступим. Для того, чтобы построить дугу большого круга, необходимо найти координаты точки **вертекса**. Это та точка на ДБК, которая расположена наиболее близко к соответствующему географическому полюсу, то есть или наиболее высокая (в северном полушарии), или наиболее низкая (в южном полушарии) точка. Используем формулы сферической тригонометрии (рис.16.2).

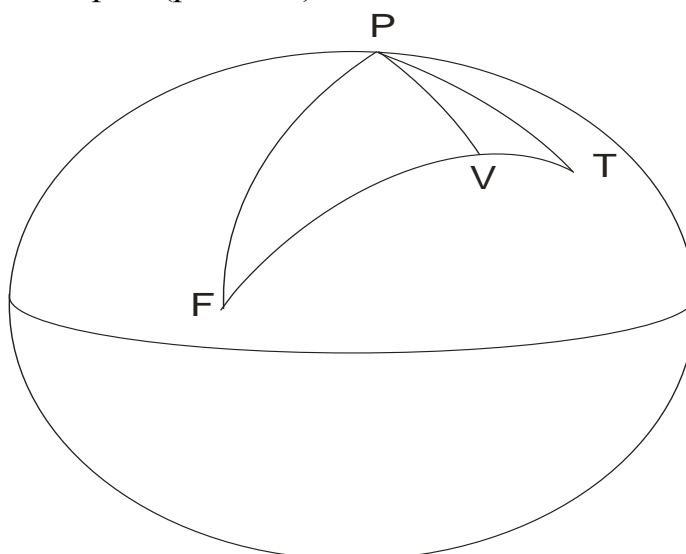


Рис. 16.2. Элементы расчёта ортодромии

В нашем примере:

P – полюс

F – начальная точка ортодромии

T – конечная точка ортодромии

V – точка вертекса

РД – разность долгот

Д – дистанция между начальной и конечной точками ДБК.

Тогда:

Восточной долготы условно приписывается знак «+», а западной долготы – знак «-».

РД VT – разность долгот точек вертекса и конечной точки ДБК

$$\text{РД VT} = \lambda_V - \lambda_T$$

РД FT – разность долгот начальной и конечной точек ортодромии

$$\text{РД FT} = \lambda_F - \lambda_T$$

$$\text{tg (РД VT)} = \text{tg } \varphi_F \text{ ctg } \varphi_T \text{ cosec (РД FT)} - \text{ctg (РД FT)},$$

где:  $\varphi_F$  – широта начальной точки ортодромии

$\varphi_T$  – широта конечной точки ортодромии

Получив значение  $\text{tg (РД VT)}$ , найдём и само значение РД VT. Имея эту разность долгот, вычислим долготу точки вертекса:

$$\text{РД} = \lambda_V - \lambda_T \Rightarrow \lambda_V = \text{РД} + \lambda_T$$

Зная долготу точки вертекса, найдём разность долгот начальной точки ортодромии и точки вертекса – РД FV:

$$\text{РД FV} = \lambda_F - \lambda_V$$

Теперь вычислим широту точки вертекса:

$$\text{ctg } \varphi_V = \text{ctg } \varphi_F \text{ cos (РД FV)}.$$

Зная величину котангенса, вычислим значение самого угла РД.

Нужно обратить внимание на то, что при использовании этих формул значения результатов получаются в градусах и десятых (сотых и т.д.) долях градуса. А нам на практике нужны градусы и минуты. Осуществляем перевод десятичных долей в минуты и десятые доли минуты. Для этого умножаем десятичные доли на 60.

Пример:

$$70,530896 = 70^\circ + (0,530896 * 60) = 70^\circ 31,8'.$$

Вычислим длину ДБК, то есть расстояние, которое нам по ней предстоит пройти. Для этого используем метод косинусов (но это так, для общего развития).

$$\cos D = \cos (90^\circ \pm \varphi_F) \cos (90^\circ \pm \varphi_T) + \sin (90^\circ \pm \varphi_F) \sin (90^\circ \pm \varphi_T) \cos PД FT$$

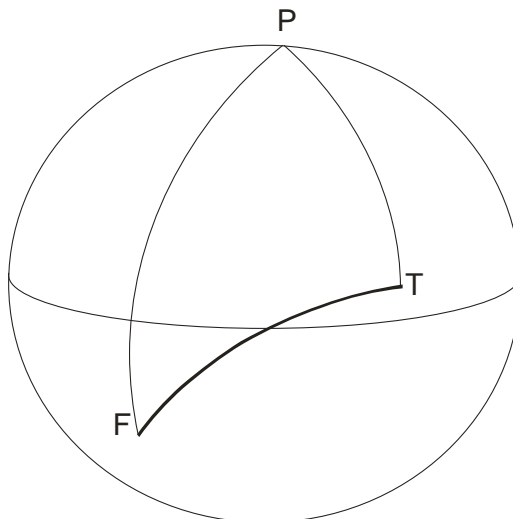
Знак зависит от наименования широты и близлежащего полюса, если они одноимённые, то широта отнимается, если разноимённые – прибавляется. Если обе эти точки находятся по одну сторону полюса, то наша формула примет следующий вид:

$$\cos D = \sin \varphi_F \sin \varphi_T + \cos \varphi_F \cos \varphi_T \cos PД FT$$

Если точки F и T находятся по разные стороны экватора (рис. 16.3), данная формула может быть использована при условии, что мы придадим широте, противоположной (разноимённой) возвышенному полюсу, знак «минус».

В таком случае в формулу подставляются значения  $\sin \varphi(-F)$  и  $\cos \varphi(-F)$ . Тогда она примет вид:

$$\cos D = (\operatorname{tg} \varphi_F \operatorname{tg} \varphi_T + \cos PД) \cos \varphi_T \cos \varphi_F$$



**Рис. 16.3. Положение начальной и конечной точки ортодромии в разных полушариях**

Метод косинусов может также использоваться для нахождения начального курса по ортодромии –  $K_{нач}$ .

$$\cos K_{нач} = \frac{\cos (90^\circ \pm \varphi_T) - \cos (90^\circ \pm \varphi_F) \cos FT}{\sin (90^\circ \pm \varphi_F) \sin FT}$$

Обратите внимание, что в данной формуле  $FT = D$ , то есть речь идёт о величине сектора с центром в центре Земли, ограниченного самой ортодромией. Проще говоря, это – длина ортодромии, выраженная в градусной мере. Поэтому  $\cos FT = \cos D$ .

А зная косинус, по таблицам легко найдём и синус.



Важно помнить, что если начальная и конечная точка ортодромии находятся по разные стороны экватора, то в формуле широта  $T$  будет отниматься от  $90^\circ$ , а широта  $F$  – прибавляться. Если же обе точки находятся по одну сторону экватора, то формула примет вид:

$$\cos K_{\text{нач}} = \frac{\sin \varphi_T - \sin \varphi_F \cos D}{\cos \varphi_F \sin D}$$

Вот такая петрушка. Формулы кажутся заумными, но на самом деле достаточно просто внимательно следовать настоящему руководству, и всё получится чудесным образом.

Теперь нам нужно построить саму ДБК на меркаторской карте. Для этого надо решить, на какие отрезки по долготе мы её «разделим». Иными словами, через сколько градусов долготы мы будем ставить точки, которые впоследствии соединим прямой линией. Для этой цели мы и находили координаты точки вертекса, ибо, зная их, мы всегда сможем найти положение любой точки на нашей ортодромии, используя, опять же, формулы сферической тригонометрии. (А кому понравится? А деваться всё равно некуда!).

Итак:  $G$  – любая промежуточная точка ДБК,  $V$  – точка вертекса.

$\cos VG = \text{ctg } \varphi_V \text{ tg } \varphi_G$ , откуда следует:

$$\text{tg } \varphi_G = \text{tg } \varphi_V \cos (\text{РД } VG)$$

Для удобства расчётов строим табличку и считая все эти дела, заполняем её. Понятно, что значения долгот нам известны, ведь мы их сами и выбирали.

$\lambda_G$ Долгота промежуточной точки	Напр. $10^\circ$	Напр. $20^\circ$	Напр. $30^\circ$	Напр. $40^\circ$
<b>VG (РД)</b> Разность долгот точек $V$ и $G$				
<b><math>\varphi_G</math></b> Широта промежуточной точки				

По этой таблице, выбирая из неё значения полученных координат промежуточных точек, строят эти самые точки.

Для построения таких точек, по правде говоря, можно точку вертекса и не искать. Есть тут одна формулка. Но её лучше использовать, применяя программируемый калькулятор или компьютер.

$$\text{tg } \varphi_G = \frac{\text{tg } \varphi_F \sin (\text{РД } GT) + \text{tg } \varphi_T \sin (\text{РД } FG)}{\sin (\text{РД } FT)}$$

При расчётах по этой формуле удобно также составлять табличку.

Теперь перейдём к графическим способам построения ДБК на меркаторской карте. Они попроще математических. Для их применения нам понадобятся **Мореходные Таблицы**, а именно таблицы ортодромических поправок. А можно эти ортодромические поправки вычислить по несложным формулам:

$$\psi = 0,5 (\lambda_{\text{конечн.точки}} - \lambda_{\text{начальн.точки}}) \sin \varphi_{\text{начальн.точки}}$$

Это для разности долгот конечной и начальной точек ортодромии менее  $30^\circ$ . Для РД больше  $30^\circ$  работает другая формула:

$$\text{tg } \psi = \text{tg} (0,5 (\lambda_{\text{конечн.точки}} - \lambda_{\text{начальн.точки}})) \sin \varphi_{\text{начальн.точки}},$$

где  $\psi$  – ортодромическая поправка.

Расчет выполняется следующим образом:

- 1). На генеральной карте соединяем прямой линией (локсодромией) начальную (А) и конечную (В) точки маршрута.
- 2). Рассчитываем ортодромическую поправку  $\psi_1$ :

$$\psi_1 = 0,5 (\lambda_B - \lambda_A) \sin \varphi_A, \text{ если РД} < 30^\circ.$$

$$\text{tg } \psi_1 = \text{tg} (0,5 (\lambda_B - \lambda_A)) \sin \varphi_A, \text{ если РД} > 30^\circ.$$

- 3). Рассчитываем начальный курс ортодромии в точке А ( $K_{\text{нач}}$ ):

$$K_{\text{нач}} = K_{\text{лок}} - \psi_1,$$

где  $K_{\text{лок}}$  – курс локсодромический, направление локсодромии в начальной точке.

Если  $K_{\text{лок}} < 180^\circ$ , а точка А расположена в северной широте, то угол  $\psi_1$  берётся со знаком «плюс», а если  $K_{\text{лок}} > 180^\circ$ , то со знаком «минус».

Если точка А расположена в южном полушарии, то для  $K_{\text{лок}} < 180^\circ$  угол  $\psi_1$  берётся со знаком «минус», а если  $K_{\text{лок}} > 180^\circ$ , то со знаком «плюс».

- 4). Проводим прямую линию из точки А под углом  $K_{\text{нач}}$ .
- 5). Откладываем на полученной линии отрезок 300 миль. Получаем точку  $A_1$ .
- 6). Такие же расчёты и построения снова производим для точек  $A_1$  и А, получаем следующую точку –  $A_2$ , и так далее, пока прокладываемая ортодромия «не уткнётся» в точку В.

Для построения ДБК можно также использовать номограмму Вейера. Она издаётся под **номером 90199**. На ней есть и объяснение, как и что делать. На этой номограмме зелёным цветом нанесены параллели в виде эллипсов и красным – меридианы в виде гипербол.

Сначала с обычной карты снимаются координаты конечной и начальной точек ортодромии, затем выполняют прокладку на номограмме, в результате чего получают начальный курс ортодромии. Этим курсом следуют 200 – 300 миль, получают обсервацию и для новой обсервованной точки снова выполняют построения, как для начальной точки ортодромии. И так – до конечной точки. Тоже ничего сложного.

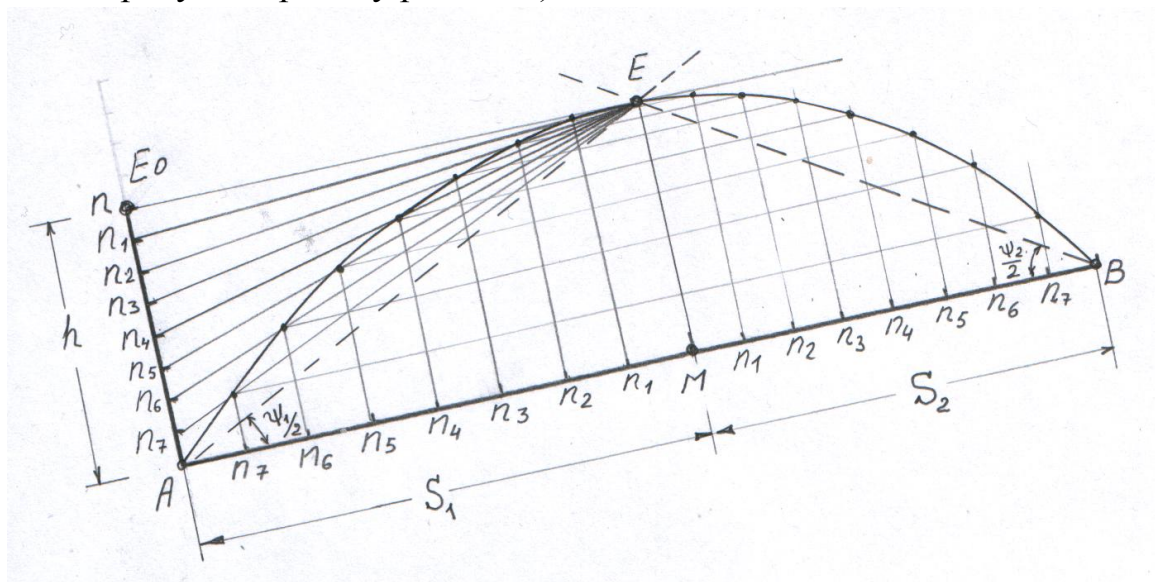
Ну и, наконец, разберём графический способ Дёмина, который считается одним из самых точных. Способ выполняется для двух случаев: когда и начальная и конечная точки ортодромии находятся в одном полушарии, и когда эти точки находятся в разных полушариях.

Итак, первый случай. Даю последовательность и чертёж.

- 1). Точки отхода (А) и прихода (В) соединяем на генеральной карте прямой линией (прокладываем локсодромию). Как можно точнее измеряем её длину.
- 2). Используя таблицу 23-б Мореходных Таблиц (ортодромические поправки), или выше приведённые формулы, находим ортодромические поправки  $\psi_1$  для точки А и  $\psi_2$  для точки В.
- 3). Делят длину локсодромии  $S_{\text{лок}}$  на 300 (можно и на 200, и на 400, это как вам нравится, или как капитан скажет) миль, получаем количество промежуточных курсов или, что то же самое, количество прямых отрезков, соединяющих точки ортодромии. Это число обозначим, как  $2n$ .  $2n = S_{\text{лок}} / 300$  (или /200 или /400). Если  $2n$  получается нечётным, его всегда округляют до ближайшего чётного числа.
- 4). Для получения точки вертекса проводят из точки А прямую под углом  $\psi_1/2$  к локсодромии, а из точки В – под углом  $\psi_2/2$  к локсодромии. Обе прямые проводятся в сторону ближайшего полюса. В пересечении получим точку Е – точку вертекса.
- 5). Опускаем из точки Е перпендикуляр на локсодромию – получаем точку М, которая делит локсодромию на две неравные части, длины которых мы обозначим, как  $S_1$  и  $S_2$ .
- 6). В точке А строим перпендикуляр к локсодромии. Обозначим его, как  $АЕ_0 = h$ .
- 7). Этот перпендикуляр и отрезки  $S_1$  и  $S_2$  делят каждый на  $n$  геометрически равных частей, используя или простую линейку, или посчитав результат деления длин вышеуказанных отрезков на  $n$  частей. Соответственно, получают точки  $n, n_1, n_2 \dots n_n$ . Нумерация точек производится: на отрезке  $АЕ_0$  – сверху вниз, а на отрезках  $S$  – от точки М в стороны (сама точка М совпадает с точками  $n$  на отрезках  $S$ ).
- 8). Из точки Е проводят прямые через точки деления прямой  $АЕ_0$  на  $n$  частей, а из точек деления отрезка  $S_1$  – перпендикуляры. В точках пересечения соответственных линий (пар  $n, n_1, n_2 \dots n_n$ ) и «образуются» промежуточные точки, в которых судно будет менять курсы на первой половине пути – до точки вертекса.

9). Из получившихся промежуточных точек на первой половине пути проводим прямые, параллельные локсодромии. А из точек  $n$  на отрезке  $S_2$  – перпендикуляры. В их соответственных пересечениях получают промежуточные точки второй половины ортодромии.

Нарисуем картинку рис. 16.4).



**Рис. 16.4. Построение ДБК способом Дёмина, при нахождении начальной и конечной точек маршрута в одном полушарии**

Мы рассматривали случай, когда начальная и конечная точки маршрута находятся в одном полушарии. Совсем другая картина, если эти точки находятся в полушариях разных. Ну и другая последовательность действий.

1). Находим точку пересечения ортодромии с экватором – точку  $Q$ .

*После нахождения этой точки ортодромию как бы разбивают на две части – до точки  $Q$  и после неё. Построения проводят, как для двух ортодромий – одной – до точки  $Q$ , другой – после.*

Чтобы эту точку построить, нам нужно найти её долготу, так как широта экватора известна –  $0^\circ$ . Для этого мы графическим способом отыскиваем разность долгот  $\Delta\lambda_Q$ , которую прибавляем или отнимаем от долготы точки отхода, и получаем искомую долготу. На вопрос, а что именно – прибавляем, или всё же отнимаем, отвечаю так. Вы уже многое знаете из этой книжки, пора и самим соображать! Если при плавании по ортодромии долготы уменьшаются – то отнимать, а если увеличиваются – то прибавлять. Для случая пересечения Гринвичского меридиана, когда долготы меняют знак с западного на восточный или наоборот, объяснения приводятся в главе 9 для разности долгот. Вот эти понятия нам и пригодились. А вы их уже и забыли, да? Бывает, освежите память, вернитесь к пройденному материалу. (Привыкайте, всю жизнь придётся обновлять в памяти разные знания, если плавать не бросите).

2). На карте берут произвольную точку пересечения меридиана и параллели в любом удобном месте для геометрических построений. На меридиане намечают произвольную точку  $A$  (рис.16.5). Сразу скажу, что при разборе этих построений возникает вопрос – как это произвольную точку? Как это в любом удобном месте? Объясняю. Построения эти вспомогательные. В результате мы получим значения углов. И как бы мы всю эту бодягу не располагали, результат будет один и тот же. Поэтому не забивайте себе голову, а просто следуйте за движением моих рук. Особо пытливые личности могут попытаться сами доказать сие утверждение, как теорему, менее пытливые пусть попробуют сделать построения для разных точек и местоположений, и получив одинаковый результат, наконец, успокоиться. А нам, нормальным людям, сложности ни к чему. Пусть лошадь думает, у неё голова большая. А мы будем делать по пунктам, да и всё тут. Но внимательно!

3). Для дальнейших построений нам понадобятся разности долгот  $\Delta\lambda$  и разности широт  $\Delta\varphi$  точек отхода и прихода. Ясно, что в нашем случае одна из этих точек будет находиться в северном полушарии, а вторая – в южном. Соответственно, широты у них будут:  $\varphi_N$  и  $\varphi_S$ .

4). Находим разность долгот начальной и конечной точки нашей ДБК –  $\Delta\lambda$ . Из точки  $A$  проводим прямую линию под углом, равным  $1/2 \Delta\lambda$ . В пересечении этой линии с параллелью получаем точку  $B$  (рис. 16.6).

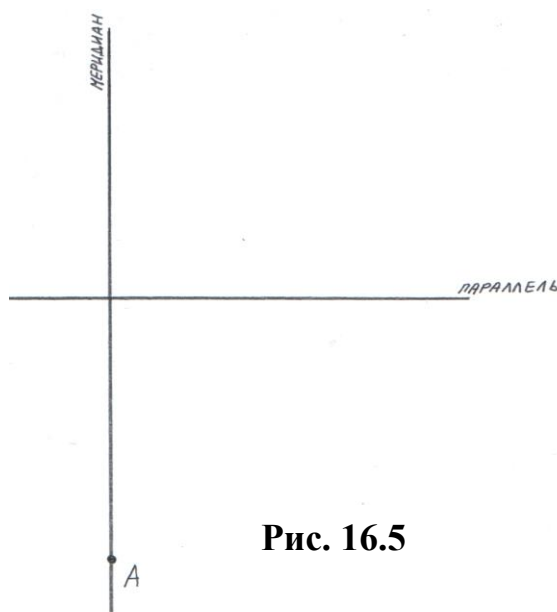


Рис. 16.5

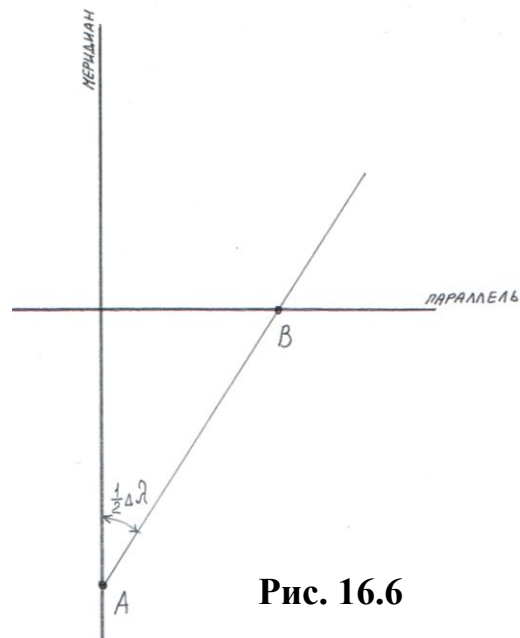


Рис. 16.6

5). Из точки  $B$  строим прямую линию  $Ba$ , под углом  $\varphi_N - \varphi_S$  (если  $\varphi_N > \varphi_S$ ) или под углом  $\varphi_S - \varphi_N$  (если  $\varphi_N < \varphi_S$ ) относительно параллели (рис. 16.7). Причём при вычислении углов  $\varphi_N - \varphi_S$  и  $\varphi_S - \varphi_N$  берут абсолютные значения углов, без соответствующих им знаков, то есть как бы по модулю.

6). Из точки пересечения меридиана и параллели (точка  $O$ ) строим прямую линию  $OC$  под углом  $\varphi_N + \varphi_S$  к прямой  $Ba$ . При этом неважно, как отсчитывать этот угол, относительно направления  $Ba$  или относительно направления  $aB$ . Вообще, чтобы сильно много не задумываться, делайте, как нарисовано.

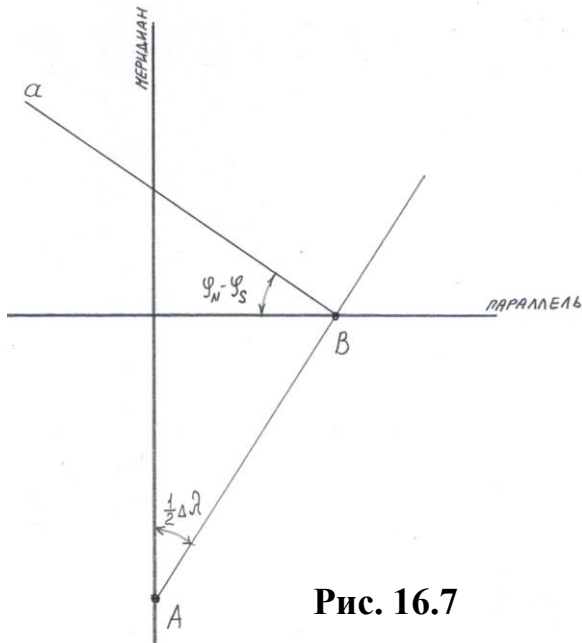


Рис. 16.7

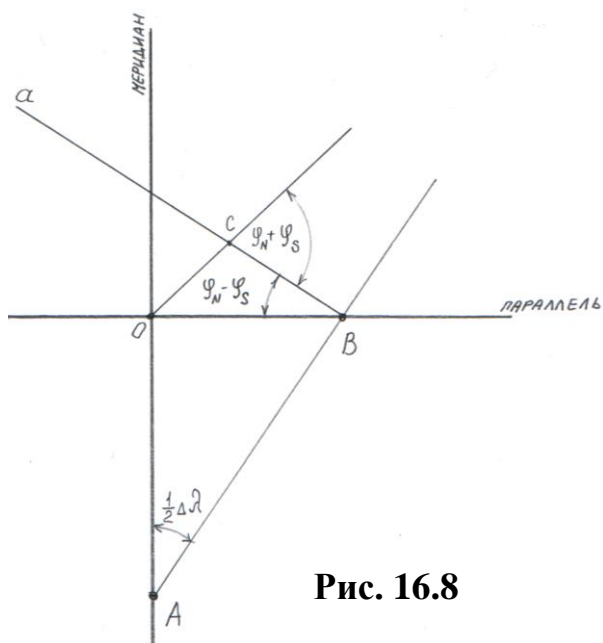


Рис. 16.8

7). Отрезок  $OC$  циркулем переносят на параллель. Получают точку  $D$  (рис. 16.9).

8). Соединяем прямой линией исходную точку  $A$  с полученной только что точкой  $D$ . Измеряют транспортиром угол  $BAD$  (рис. 16.10). Этот угол и есть искомая нами  $\Delta\lambda_Q$ .

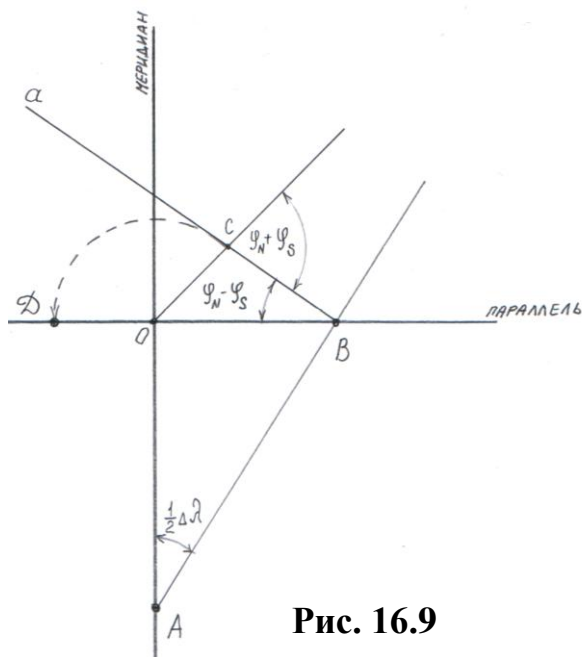


Рис. 16.9

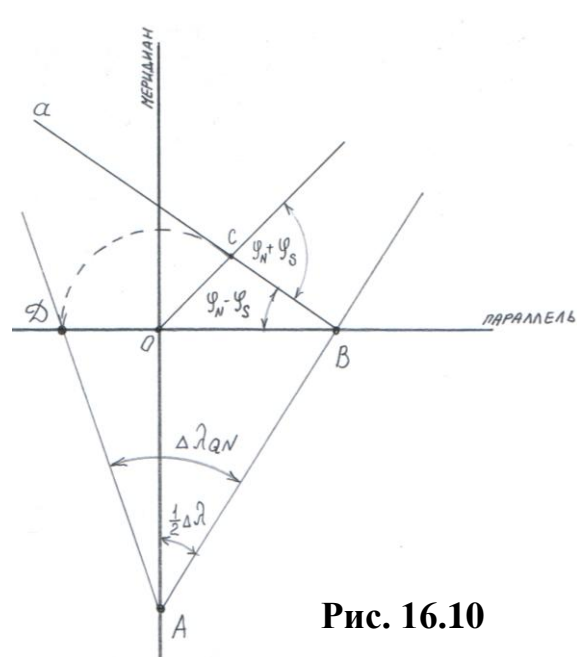


Рис. 16.10

Причём обратите внимание на обозначение. Полученную разность долгот мы обозначили на рисунке, как  $\Delta\lambda_{QN}$ . Это потому, что мы в нашем примере рассматривали случай, когда  $\varphi_N > \varphi_S$  по абсолютной величине. То есть, мы будем эту разность долгот прибавлять-вычитать к (из) точке отхода, находящейся в северном (нордовом) полушарии.

Если же по абсолютному значению  $\varphi_N < \varphi_S$ , то в результате построений мы получаем  $\Delta\lambda_{QS}$ , то есть разность долгот, отсчитываемую от меридиана концевой точки ортодромии, которая находится в южном (зюйдовом) полушарии, до меридиана точки  $Q$ .

Если  $|\varphi_N| = |\varphi_S|$ , то это значит, что точка  $Q$  – точка пересечения экватора и локсодромии, то есть и находить её особо не надо.

Локсодромию-то мы уже построили, ну и просто снимем нужные нам координаты и готово дело.

Ну вот, и закончили с построением ортодромии. Непростая штука, а куда деваться. Зато вы теперь это умеете.

## БЛАГОДАРНОСТИ

В жизни и работе автору встречались замечательные люди и притом прекрасные специалисты в своём деле. Их опыт, советы, мнения, очень помогли автору в работе. Им хочется выразить особую благодарность.

Это капитаны дальнего плавания В.И. Ревунков, С.А. Яцук, Н.Л. Синченко, М.В. Михин, Г.С. Коряшков, А.И. Петраков, В.Л. Светлов, С.В. Макаров, С.Н. Криницын, В.В. Куянцев, И.С. Сметанко, работники НГМА «Инфлот» Е.П. Первушин, Г.П. Мойсцтрапишвили, Г.С. Борисов, И.И. Дахно, диспетчер Новороссийского морского торгового порта В.В. Малый, работники лоцманской службы Новороссийского порта П.В. Снытко, А.З. Аврутов, И.А. Сорока, лоцманы В.М. Палкин, В.В. Палкин, И.Л. Тихонов, В.И. Попов, А.О. Ткаченко, В.И. Шалдаев, профессор РХТУ им. Менделеева В.В. Меньшиков, доцент ИГСХА В.С. Карпова, преподаватели и работники морской государственной академии имени адмирала Ф.Ф. Ушакова проф. В.В. Демьянов, проф. А.С. Васьков, проф. В.В. Владимиров, к.т.н. С.В. Скороходов, Н.Б. Лыкова, М.Н. Петрова, доцент капитан 1 ранга В.Ф. Чернышев, капитан 1 ранга В.Н. Примак, В.В. Дарда и другие.

Отдельная благодарность А. Дмитриеву, К. Шрамко, А. Сморжевскому, А. Комарову, В. Деркунову, Р. Оганесян, И. Шмонину, без дружеской поддержки которых не состоялась бы эта книга.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Admiralty manual of Navigation. Vol.1 London, 1987, 697 p.
2. Лоцманское дело. Нормативные документы. – СПб.: ГМА им. С.О. Макарова, 1999.– 83 с.
3. Погосов С.Г. Безопасность плавания в портовых водах. – М.: Транспорт, 1977. – 136 с.
4. Практика кораблевождения / Под ред. А.И.Смирнова. – М.: Воениздат, 1978.– 399 с.
5. Ермолаев Г.Г. Морская лоция.– Изд. 4-е М.: Транспорт, 1982.– 356 с.
6. Лесков М.М., Баранов Ю.К., Гаврюк М.И. Навигация.– М.: Транспорт, 1980.– 344 с.



Научно-практическое издание

**СЕЛЕЗНЕВ Андрей Евгеньевич**

# **ОСНОВЫ НАВИГАЦИИ**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ КАПИТАНА**

Оригинал-макет **В.Преображенская**

Подписано в печать 30.06.08. Изд. № 711

Формат 60x84 1/16. Печать оперативная

Усл.печ.л. 10,1. Уч.изд.л. 11,3. Тираж 100. Заказ 1417.

---

Редакционно-издательский отдел  
ФГОУ ВПО «Морская государственная академия им. адм. Ф.Ф.Ушакова»  
353918, г. Новороссийск, пр. Ленина, 93

Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции  
ОК-005-93, том 2: 953000