

## Навигация

## Модуль 19

# НАВИГАЦИЯ (Navigation)

## Навигация. (Урок 1)

**Навигация** – одна из главнейших составляющих науки мореплавания, и без ответа на вопросы: «Где мы сейчас находимся?» и «Куда нам плыть?» невозможно представить даже короткий дневной переход вдоль морского побережья на зафрахтованной яхте в компании верных друзей и веселых подруг, не говоря уже о более длительных плаваниях или участии в морской или даже океанской регате. Изучение навигации мы начнем со знакомства с морской картой.

Прежде чем приступить к данной теме, я должен сделать некоторые оговорки: целью этого цикла статей отнюдь не является полное и глубокое изучение морской навигации на уровне капитана коммерческого или военного судна. Конечно, нет. Задача более проста и конкретна: помочь разобраться с основными понятиями и принципами навигации на уровне начинающего яхтсмена-любителя, другими словами, как это сейчас принято говорить, на уровне «чайников».

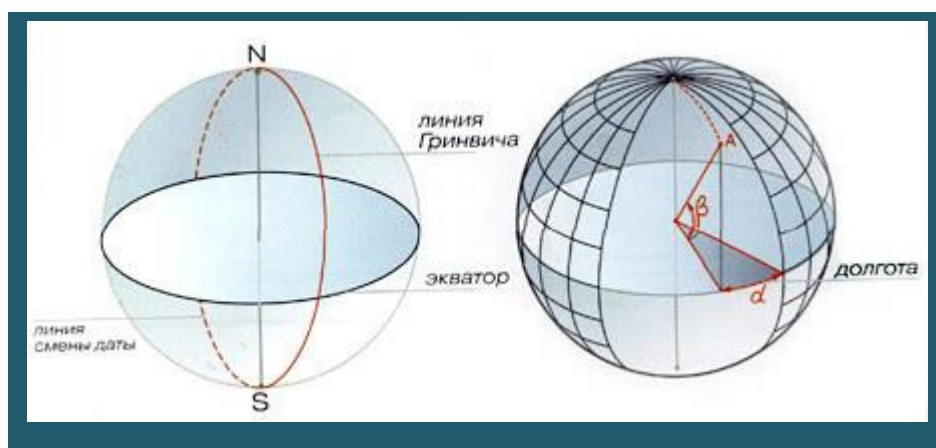
Сначала немного теории, необходимой для сугубо практического занятия.

### Что такое координаты

Ответить на вопрос «где находится наша яхта?» мореплавателю может, только определив координаты своего судна и поставив соответствующую им точку на карте. Вообще-то положение точки в пространстве определяется тремя координатами, но поскольку, решая навигационные задачи, мы полагаем, что находимся на уровне моря, третью координату мы считаем постоянной.

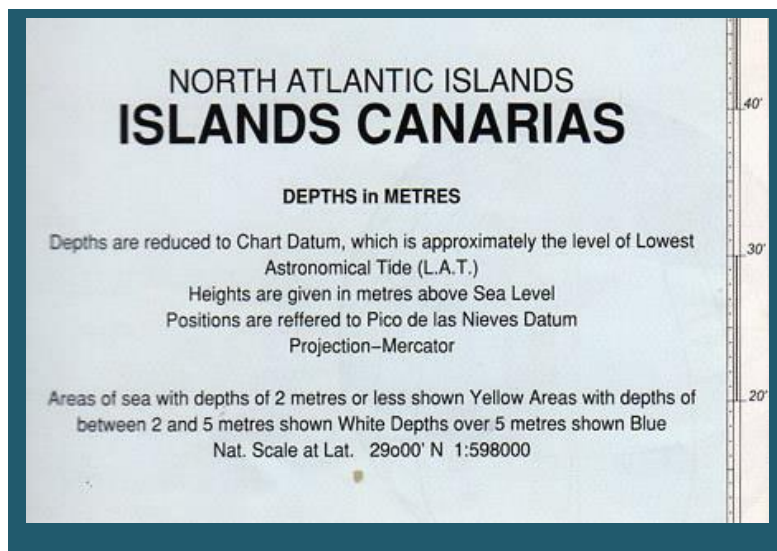
Как ясно видно из рисунков, **широта** точки А – это угол, который отсчитывается от плоскости экватора по вертикали и может иметь значения от нуля (точка на экваторе) до  $90^{\circ}\text{N}$  (точка на Северном полюсе) и до  $90^{\circ}\text{S}$  (точка на Южном полюсе).

**Долгота** же отсчитывается от плоскости Гринвичского меридиана по горизонтальной плоскости и может принимать значения от  $0^{\circ}$  (Гринвич) до  $180^{\circ}\text{W}$  и  $180^{\circ}\text{E}$ . Кстати, дальняя от нас половина дуги нулевого меридиана называется "линия смены даты" (date line).



## Картографическая проекция

После того как мы поняли, что такое долгота и широта, рассмотрим типичную навигационную карту меркаторской проекции. Проекция карты определяет всего лишь способ, которым пользовались для того, чтобы развернуть условно сферическую поверхность земли на плоскость, сохранив при этом относительные расстояния и очертания суши. Подавляющее большинство карт, которыми вам придется пользоваться – **меркаторские карты**. Они хорошо и верно отображают нашу Землю для не слишком высоких широт – примерно от 65° северной широты (65°N) до 65° южной широты (65°S).



Важно знать про меркаторскую проекцию следующее:

- 1) **меридианы долготы** и **параллели широты** на этих картах изображаются прямыми линиями и взаимно перпендикулярны;
- 2) **курс судна** из точки А в точку В по поверхности Земли на карте меркаторской проекции изображается прямой линией;
- 3) **расстояние**, равное 1' (минуте широты) = 1 морской миле.

### Основные элементы морской карты

Для примера мы взяли фрагмент карты, всемирно известного и пользующегося заслуженным доверием яхтсменов британского издательства «Imray». В качестве полезной информации приведем названия еще нескольких уважаемых издательских домов, печатающих навигационные карты: «Адмиралти» (Admiralty) и «Стэнфорд» (Stanford).

Фрагмент 1: район, обозначенный на карте, плюс общие данные.

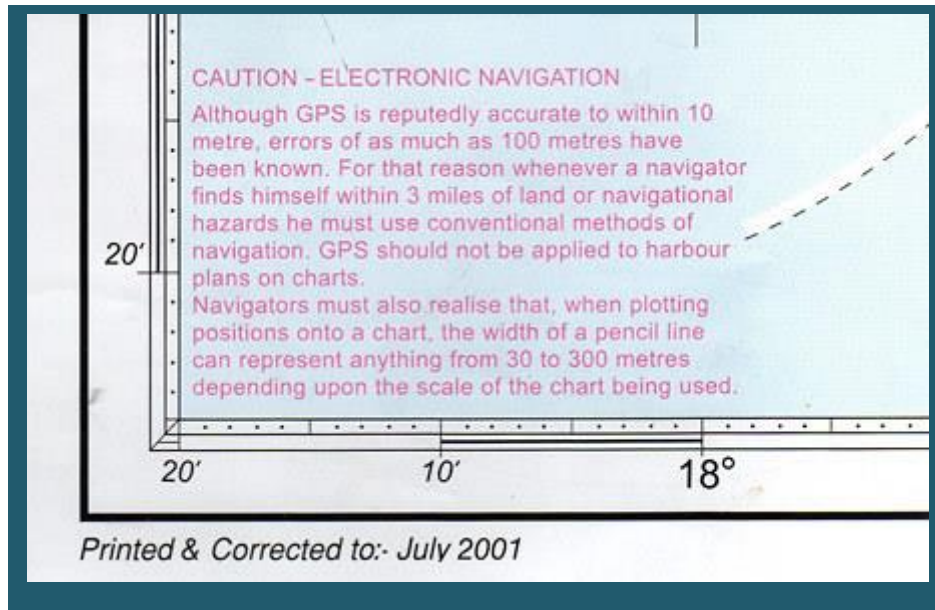
Район, обозначенный на карте, в комментариях не нуждается, кроме значка E2 в левом верхнем углу.

Это – обозначение номера карты по каталогу. Зайдя в любой магазин или на интернет-сайт, предлагающий морские карты, вы в том или ином виде найдете большой каталог, на первых страницах которого изображена схематическая контурная карта мира, на которую нанесены прямоугольники с буквенно-цифровым индексом. Каждый такой прямоугольник – это морская карта. По этому каталогу вы можете выбрать и заказать все необходимые вам карты для района, где вы собираетесь ходить.

Второй аспект: единицы измерения глубин и высот. Глубины и высоты измерены в метрах, причем глубины на карте указаны минимально возможные, в момент самого низкого уровня отлива (этот уровень называется chart datum), а высоты указаны в метрах от уровня моря в момент самого высокого прилива.

На некоторых картах, особенно изданных в тех странах, где традиционно применяются другие единицы измерения (не метрические, например, фатомы), это указано на карте, так что надо быть внимательными.

Фрагмент 2: дата последней коррекции (левый нижний угол карты).



Не всякая карта переиздается каждый год. Вы легко можете встретить морскую карту, изданную 3–4 года или даже 12 лет назад. За это время навигационная обстановка в этом районе могла измениться.

Конечно, очертания береговой линии за такое время не меняются. Также маловероятно появление новых островов и исчезновение тех, которые были. Зато могут появляться новые элементы навигационной обстановки,

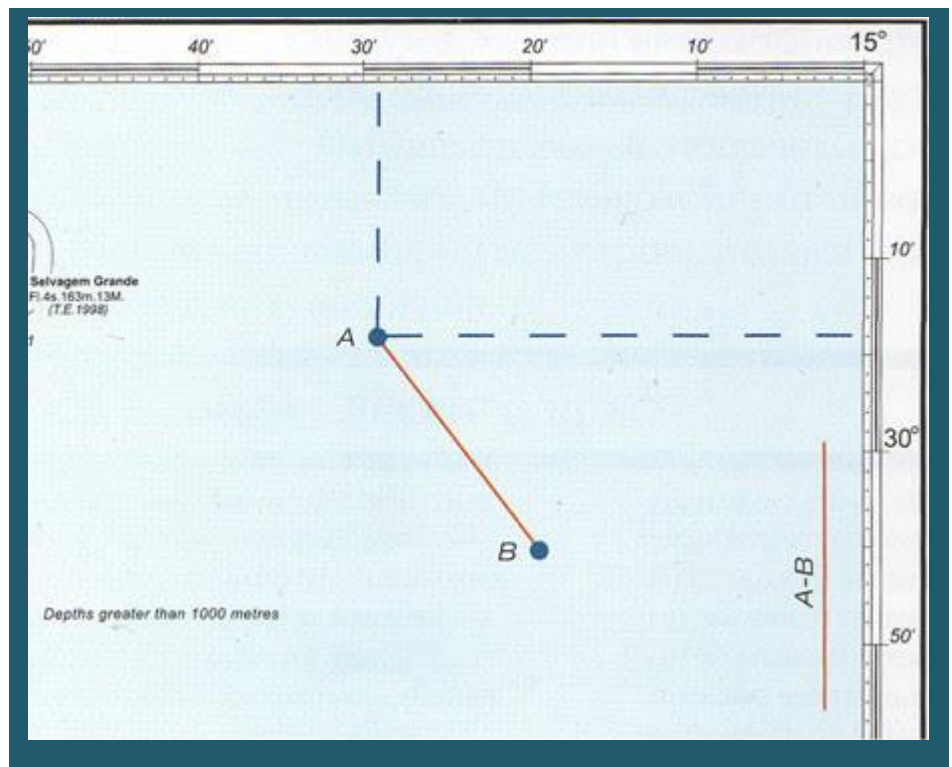
могут измениться световые характеристики маяков, появляться новые навигационные опасности в виде затонувших на небольшой глубине кораблей. Могут быть проложены новые подводные кабели и трубопроводы, которые обусловят запрет якорной стоянки в этой зоне. Все эти изменения на момент продажи карты обязаны быть отмечены на ней продавцом. Дальше забота поддерживать вашу карту в актуальном состоянии (up-to-date) целиком ложится на плечи шкипера.

Для этого регулярно выпускается «Альманах моряка» («Notice to Mariners»), в котором перечислено, в какие карты и какие изменения нужно вносить. Его можно приобрести в любом порту или посмотреть во всемирной сети, благо интернет-кафе есть в каждой рыбацкой деревушке.

Фрагмент 3: определение долготы и широты и измерение расстояний.

Вертикальная шкала – шкала широты. Горизонтальная шкала – шкала долготы. Долгота и широта на морской карте изображается в следующем формате: градусы, минуты, десятые минут. (NB! Никаких секунд!).

Если на карте поставить точку А и провести от нее горизонтальную линию до пересечения с вертикальной шкалой карты, мы прочитаем широту этой точки. Проведя из нашей точки вертикальную линию до пересечения с горизонтальной шкалой карты, мы получим долготу этой точки.



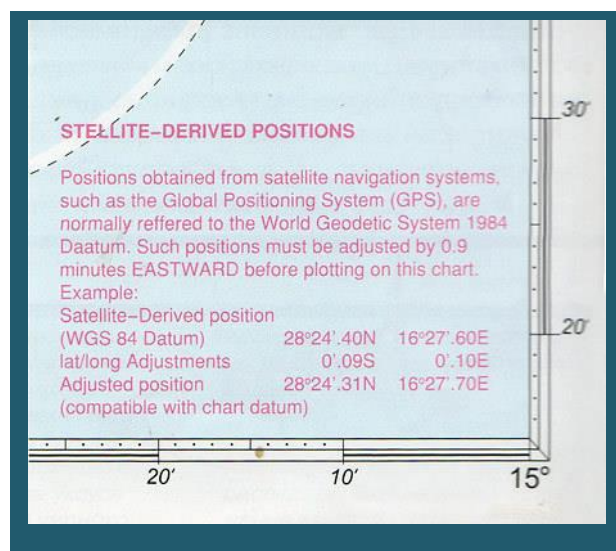
В нашем случае (фрагмент 3) правильно определенные и записанные координаты точки А выглядят следующим образом: 30°06'N (северной широты); 15°29'W (западной долготы).

Далее, измерив циркулем расстояние между точками А и В и приложив раствор циркуля к вертикальной шкале (широты) напротив места, где измерялось это расстояние, вы получите количество минут широты, равное расстоянию между точками А и В в морских милях, т.к. 1 минута широты (1') = 1 морской миле (1,83 км). В данном случае расстояние между точками А и В равно 20 морским милям.

Фрагмент 4: модель Земли.

WGS 84 (World Geodesic System) – геодезическая модель, на основании которой построена карта. Какая модель земного шара использовалась для построения данной карты, нам важно, если мы используем GPS для определения положения нашей яхты.

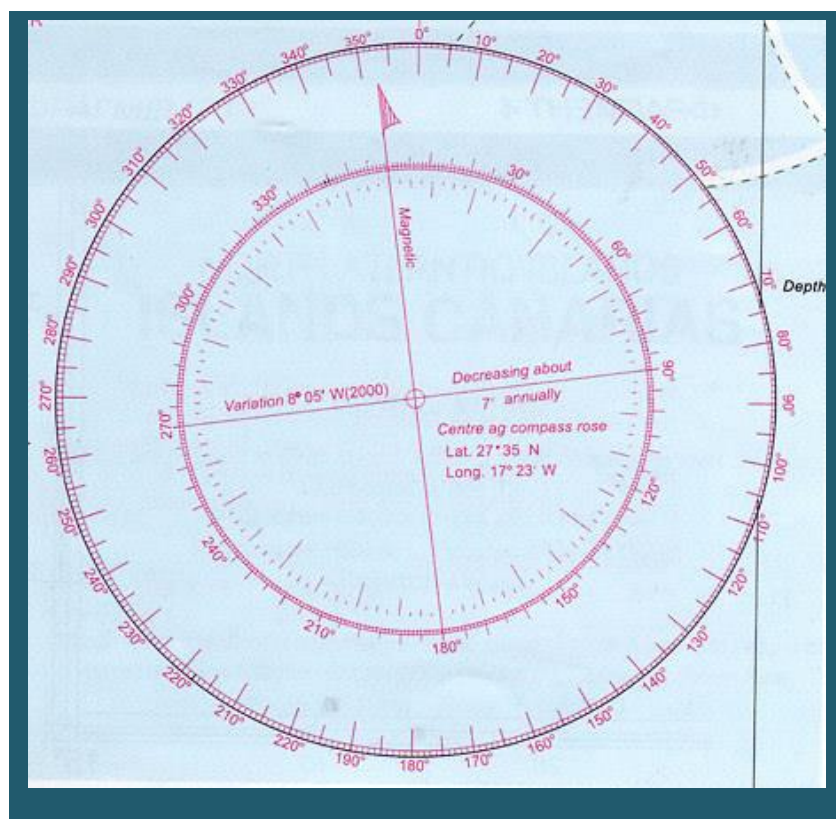
Поскольку приемник GPS рассчитывает координаты в соответствии с той «зашитой» в него математической моделью Земли, которая активирована в данный момент, важно, чтобы в установках GPS была выбрана именно та модель Земли, которая указана на карте. В нашем случае это и будет WGS 84.



Фрагмент 5: магнитное склонение.

Эта тема требует более подробного пояснения, потому что компасная роза несет наиважнейшую информацию о величине магнитного склонения в этом регионе.

Может быть, для кого-то это будет откровением, но магнитный компас отнюдь не указывает на Северный полюс. Если поставить умозрительный эксперимент и представить себе, что кто-то, держа в руках хороший компас, двигается строго в направлении магнитной стрелки, то на Северный полюс этот человек не попадет никогда. Географические и магнитные полюса Земли сильно не совпадают друг с другом. Мало того. Магнитные полюса постоянно изменяют свое положение с течением времени относительно географических полюсов Земли.



Разница между направлениями на магнитный и географический полюс в данном месте и в данное время называется магнитным склонением (variation). Величина магнитного склонения зависит от места и в разных точках земной поверхности будет разная. Так как все карты ориентированы на географический Северный

полюс, а компас показывает направление на магнитный полюс, то для навигатора встает вопрос учета магнитного склонения для прокладки курса.

Задача сильно облегчается тем, что магнитный полюс достаточно медленно прецессирует (поворачивается) относительно наклонной земной оси и, соответственно, вокруг географического полюса. Для решения практических навигационных задач вполне допустимо с хорошей точностью считать магнитное склонение постоянным в течение года для данного места.

Такое упрощение позволяет очень легко, используя компасную розу, вычислить магнитное склонение в любом году в данном месте. Возьмем, к примеру:  $08^{\circ}05'W$  (2000). Эти цифры указывают, что в 2000 г. направление на магнитный полюс отличалось от направления на Северный полюс (0) на  $08^{\circ}05'$  к западу, что, в общем, видно из того, как направлена стрелка на компасной розе. "Decreasing 7' annually", т.е. ежегодно увеличивалось на  $7'$ .

Взять, например, 2006 г. У нас получится  $2006 - 2000 = 6$  лет.  $7' \times 6 = 42'W$ .

Получим, что, в 2006 г. магнитное склонение в этом районе  $08^{\circ}05'W - 42' = 7^{\circ}23'W$ . Таким способом можно подсчитать магнитное склонение для любого года, но, как правило, нас интересует тот год, в котором мы готовимся к плаванию.

Так что аккуратно вычислите в начале навигации магнитное склонение для данного района, запишите его значение карандашом в зоне компасной розы и пользуйтесь им весь год или всю навигацию.

## Навигация. (Урок 2)

### Прокладка курса

Курс, то есть направление движения судна, – важнейшее понятие навигации. Без прокладки курса вы не знаете, куда идет (или пойдет) ваша яхта.

**Курс бывает компасным, магнитным и истинным.**

#### 1. Истинный курс (True Course)

Морская карта всегда ориентирована по частям света следующим образом:

Верх – на географический Северный полюс (True North)

Низ – на географический Южный полюс (True South)

Правая сторона – на восток (East)

Левая сторона – на запад (West)

Направление любой прямой линии, проведенной на карте, можно задать углом, который эта линия составляет с истинным меридианом, отсчитанным по часовой стрелке. Иными словами, любое направление на карте меркаторской проекции можно задать его углом с направлением на истинный север.

Если яхту надо провести по морю из точки А в точку В, то мы соединяем эти две точки прямой линией со стрелкой, которая указывает направление движения (это стандартное обозначение), и говорим, что истинный курс (True Course) яхты  $79^{\circ}T$ . Буква Т (True) говорит о том, что курс  $79^{\circ}$  истинный, то есть, отсчитан по часовой стрелке от направления на географический север (или от истинного меридиана).

Представим, что надо провести яхту с острова Тенерифе (от маяка Лос-Кристианос (Los Cristianos) – точка А) на южную оконечность острова Хиерро (de Hierro) на маяк Пунта де ля Рестинга (Punta de la Restinga) – точка В.

Тогда координаты маяка Лос-Кристианос будут 28°02,5'N, 16°43,5'W

Координаты маяка Пунта де ля Рестинга – 27°39'N, 17°59'W

Расстояние 70,5 n.m.

Бретонский прокладчик (Breton Plotter)

Для того чтобы легко и быстро измерять углы от истинного меридиана на карте и строить прямые заданного направления, существует прекрасный навигационный инструмент – Бретонский прокладчик (Breton Plotter). Он состоит из неподвижной линейки и вращающегося диска. По оси неподвижной линейки всегда указано направление (это изображение корпуса яхты или стрелка). Окружность вращающегося диска разделена на 360°, указано направление на север N. Также на диск нанесена ортогональная сетка, для того чтобы легко устанавливать указатель N диска по направлению истинного севера.

Пользоваться прокладчиком очень просто.

1. Приложите прокладчик к начальной и конечной точке пути яхты так, чтобы стрелка-указатель на прокладчике совпала с направлением движения яхты.
2. Вращая подвижный диск, совместите линию N-S диска с любым меридианом на карте таким образом, чтобы указатель N был наверху.
3. Напротив указателя «ноль» на оси прокладчика с диска считайте значение курса в градусах.

С помощью Бретонского прокладчика легко решается другая важная задача: из точки А проложить курс нужного значения. Порядок действий в данном случае обратный.

1. На против нуля на неподвижной части прокладчика, вращая диск, устанавливаем нужное значение курса в градусах. Больше диск ни в коем случае не трогаем и следим за тем, чтобы он оставался неподвижным.
2. Располагаем прокладчик на карте так, чтобы кромка линейки проходила через точку А, а линия N-S диска совпала с любым меридианом на карте, таким образом, чтобы указатель N был наверху.
3. Чертим курс.

Вернемся к нашей карте.

1. Приложим прокладчик так, чтобы он соединял маяк Лос-Кристианос с маяком Пунта де ля Рестинга и указатель направления на нем смотрел в сторону движения яхты (то есть от Тенерифе к острову Хиерро).
2. Вращая подвижный диск, совместим линию N-S с любым меридианом на карте таким образом, чтобы указатель N был наверху.
3. На против указателя «ноль» на оси прокладчика виден курс: 250,5°Т.

Задача выполнена. Мы проложили истинный курс, по которому предстоит вести яхту.

Отметим самое главное:

1. Истинный курс (True Course) изображается на карте меркаторской проекции прямой линией.
2. Угол, образованный этой линией с любым истинным меридианом, отсчитанным по часовой стрелке, есть величина курса.
3. Значение курса может лежать в пределах от 0° до 360°. Это хорошо видно, если посмотреть на компасную розу карты.

## Магнитный курс (Magnetic Course)

В реальной жизни нам приходится вести яхту в море, используя путевой магнитный компас (Steering Compass), который уже много столетий является для моряков основным указателем направления. Стрелка компаса всегда указывает на Северный полюс, что дает возможность рулевому выдержать нужное направление в отсутствии каких-либо ориентиров, что, впрочем, обычное дело в открытом море.

Но существует одна проблема. Северный географический полюс и магнитный не совпадают. Поэтому, если мы, готовясь к морскому переходу, проложили на карте нужный нам истинный курс, нельзя указать рулевому, чтобы он вел судно по этому курсу, ориентируясь на магнитный компас. Сначала необходимо учесть разницу в направлениях истинного и магнитного меридианов и правильно перевести проложенный истинный курс в магнитный, учитывая вариацию магнитного поля Земли. Данные для вычисления вариации берутся, как всегда, с ближайшей компасной розы.

Вычисленное значение вариации возьмем из предыдущего урока –  $7^{\circ}23'W$ .

Существует простое правило: при переводе истинного курса в магнитный, западную вариацию надо прибавить, а восточную вычесть, а при переводе магнитного курса в истинный, наоборот, западную вариацию вычесть, а восточную прибавить.

Истинный курс был определен как  $250,5^{\circ}T$ , – таким образом, магнитный курс, который должен держать рулевой, чтобы привести яхту от Лос-Кристианос к Пунта де ля Рестинга, будет  $250,5^{\circ}T + 7^{\circ}23' = 257^{\circ}28'M$  (буквой М обозначается магнитный курс).

Пример 1. Допустим, мы проложили на карте истинный курс  $125^{\circ}T$ , вариация магнитного поля для данного места и года составляет  $12^{\circ}30'W$ . Магнитный курс, который надо задать рулевому, окажется  $125^{\circ}T + 12^{\circ}30' = 137^{\circ}30'M$ .

Пример 2. Магнитный курс  $225^{\circ}M$ , вариация  $12^{\circ}30'W$ , истинный курс, который мы проложили на карте, –  $212^{\circ}30'T$ .

## Девиация и компасный курс

**Компасный курс** – это направление, которое указывает путевой компас движущегося судна. Строго говоря, компасный курс и магнитный курс – это разные вещи. Совпадать они могут только в том случае, если на яхте нет металлических деталей с магнитными свойствами, источников электричества и электронных приборов, т. е. предметов, которые могут влиять на показания магнитного компаса. Можно сказать, что девиация – это искажения в показаниях магнитного компаса, которые обусловлены самим судном и предметами, принесенными людьми на борт.

Классическим примером явления девиации может служить эпизод из романа Жюль Верна «Пятнадцатилетний капитан», когда кок Негоро (впоследствии Себастьян Перейра) подложил топор под нактоуз корабельного компаса, тем самым сбив шхуну «Пилигрим» с курса до такой степени, что вместо западного побережья Южной Америки она оказалась у восточного берега Африки.

На современных яхтах девиация обусловлена, в первую очередь, судовой двигательной установкой (много металла и магнитных полей от генератора), электропроводкой и радиостанцией. Путевой компас имеет настроечный (юстировочный) механизм, и специально обученные люди, как правило, еще на верфи, юстировкой компаса сводят девиацию на нет или приводят ее к минимальному значению.



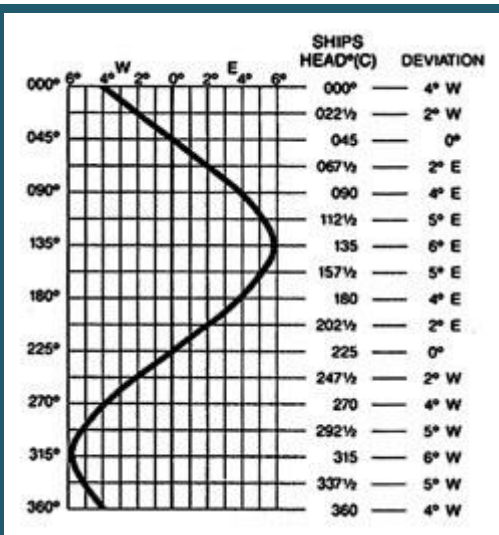


Таблица девиации

Для практики необходимо знать следующие вещи.

1. Если максимальное значение девиации превышает 6°, нужно обратиться к специалисту для юстировки компаса.
2. Старайтесь не подносить близко к компасу включенные КПК и мобильные телефоны, а также любые железные предметы.
3. Если значения девиации на яхте больше 2–3°, то, пользуясь таблицей, учитывайте ее при переходах свыше 20–30 морских миль.

Наглядно можно понять природу девиации и то, как с ней обращаться, применяя простой и доступный метод, с помощью которого легко самостоятельно составить таблицу девиации для своей яхты.

Условия эксперимента: яхта находится в штилевую погоду в защищенной бухте (без ветра и волнения). Возьмите на длинном конце (20–30 м) на буксир за кормой свою надувную лодку и посадите в нее приятеля с ручным компасом. Отберите у него все металлические предметы и модные электронные гаджеты. Некоторое время по прямой на малом ходу (1–2 узла) пройдите курсом 0°М. Приятель запишет показания своего компаса. Возьмите курс 45°М – приятель в лодке сделает измерения для этого курса, и так далее через 45° полный круг до 360°.

Сравнивая показания ручного компаса, свободного от девиации (т. к. в резиновой лодке нет металла, и у приятеля тоже нет металлических предметов и мобильного), с курсами, которые были замечены на путевом компасе яхты, вы получите поправки на девиацию для каждого курса от 0° до 360° (с шагом в 45°) и сможете построить график. Это и будет таблица девиации вашей яхты.

### Правила учета девиации:

При переводе магнитного курса (М) в компасный (С) западная поправка (W) прибавляется, а восточная (E) вычитается.

При переводе компасного курса в магнитный: нужно действовать наоборот – западная поправка (W) вычитается, а восточная поправка (E) прибавляется.

Таким образом, мы выяснили, как учитывать девиацию и вариацию, т.е. мы теперь способны: зная компасный курс, вычислить истинный и проложить его на карте.

Проложив на карте истинный курс, мы можем пересчитать его в компасный, т.е. сказать рулевому, какой курс держать.

Пример 1. На компасе яхты – курс 90°. По таблице девиации находим поправку: 4°E.  $90^{\circ}C + 4^{\circ}E = 94^{\circ}M$  – магнитный курс.

Вариация магнитного поля для взятого нами района и года = 7°23'W.  $94^{\circ}M - 7^{\circ}23'W = 86^{\circ}37'T$  – истинный курс.

## Навигация. (Урок 3)

### Определение местоположения судна

Поговорим о нескольких простейших, но очень нужных, способах определения местоположения яхты в море. Задача простая, но крайне важная для вашей безопасности. Ее можно условно разделить на два случая:

1. Вы ведете яхту в видимости берегов и навигационных знаков, которые обозначены на вашей карте.
2. Вы ведете яхту в открытом море в отсутствии всяких ориентиров.

К слову, если курс проходит вблизи берега, но в условиях ограниченной видимости (например, ночью или в плотном тумане), то способ определения местоположения будет относиться скорее ко второму случаю.

Итак, мы совершаем прибрежное плавание, и яхта не теряет из виду сушу (или знаки навигационной обстановки). Для нас важно, что в момент определения нашего местоположения мы видим необходимое количество ориентиров, которые можем идентифицировать на карте.

И еще вопрос, который необходимо обсудить. Мы живем в XXI в., и развитие электронных средств навигации достигло фантастических высот. И если полагаться только на электронику, то судовождение оказывается не сложнее компьютерной игры – требуется лишь изучение прилагаемой к прибору инструкции.

Но обратите внимание на одно обстоятельство: по законам любой страны все суда, выходящие в море, – торговые, военные и спортивные, парусные и моторные – обязаны иметь на борту полный комплект традиционных средств навигации: комплект бумажных карт, прокладочный инструмент, секстан, лоции и т.д. Штурманы, шкиперы и капитаны обязаны вести прокладку на традиционных картах во время любого морского перехода. Должен сказать, что я полностью согласен с этим порядком. Необходимо понимать, что море – это враждебная человеку стихия, и он находится с ней один на один.

Неужели можно безоговорочно доверить жизнь людей на борту, жизнь и судьбу яхты небольшой пластиковой коробочке с электронной начинкой?! Морской воздух – это очень агрессивная среда, которая рано или поздно выведет из строя тонкую микроэлектронику; рано или поздно вы забудете взять на борт запасной комплект батарей для нее; на GPS могут попасть морские брызги, дождь; в мачту может ударить молния и вывести из строя всю электронику, – в конце концов, по теории надежности любой прибор может выйти из строя сам по себе – и что делать?

Жизнь показала, что знание навигации и устойчивые навыки в кораблевождении традиционными методами просто необходимы любому человеку, который выходит в море как штурман, шкипер или капитан.

Поэтому перейдем, собственно, к способам определения местоположения судна традиционными методами.

#### 1. Счисление, или Dead Reoning

Представьте себе, что яхта идет в открытом море и нет никаких видимых ориентиров. Чтобы понять принцип метода, предположим, что в 10.00 наша яхта находилась в точке А, которую мы нанесли на карту. Скорость яхты 7 узлов (мы ее прочитали с судового лага), истинный курс 045°Т (считали с путевого компаса и учли магнитное склонение). Мы хотим определить, где будет находиться яхта в 11.30. Естественно, по условиям нашей задачи с 10.00 до 11.30 яхта идет, не меняя курса (045°Т) (см. рис. 1), с постоянной скоростью (7knt). Пройденный путь вычисляем по элементарной формуле:

$D = S \times t$ , где

D – путь, пройденный в милях;

S – скорость лодки в узлах;

t – время в часах.

$D = 7 \text{ knt} \times 1,5 = 10,5 \text{ n.m.}$

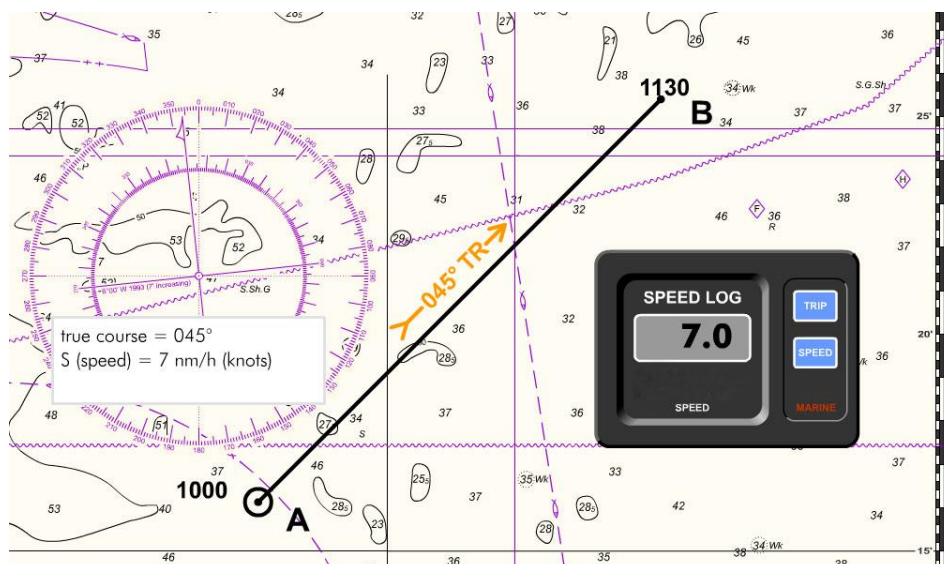


Рис. 1

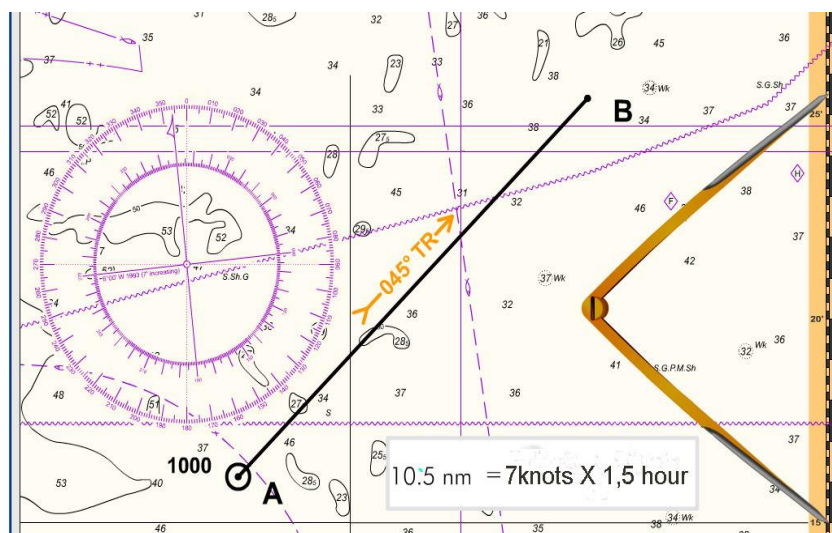


Рис. 2

Далее из точки А чертим курс 045°Т, измерителем откладываем на нем пройденный путь (10,5 n.m.) и получаем точку DR 11.30 (см. рис. 2, 3).

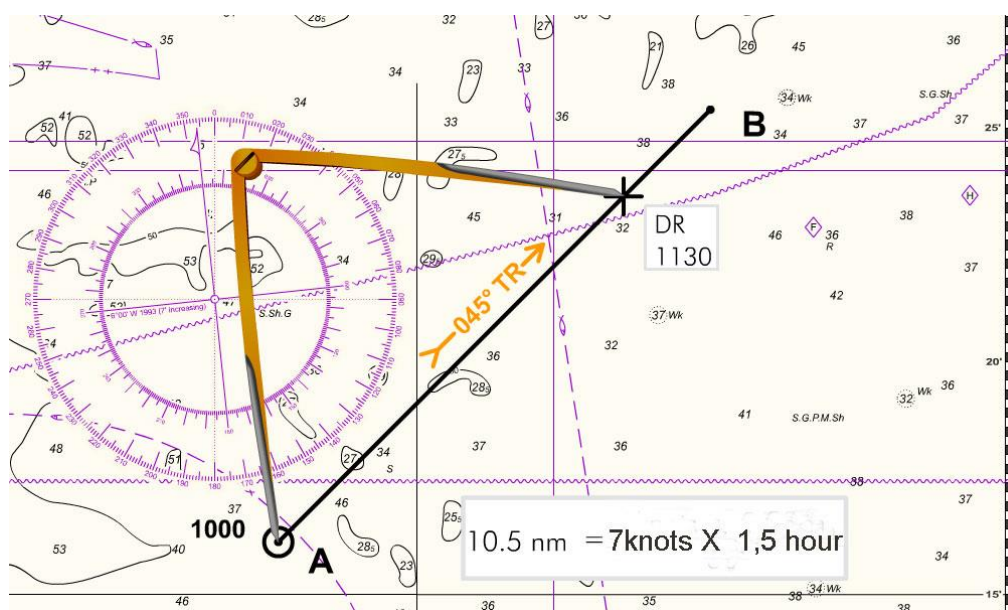


Рис. 3

Это и есть в простейшем случае численное местоположение нашей яхты (обозначается знаком + и буквами DR с указанием времени).

Но этот способ можно применять в том случае, когда точно известны предыдущие координаты яхты (fix), ее скорость и курс, а также отсутствует дрейф, связанный с ветром и течениями.

## 2. Estimate Position (EP)

В случае если известны направление и скорость течения, мы можем простым графическим методом нанести точку местоположения яхты на карту. Допустим, при вычислении DR в п.1 (см. рис. 4) мы узнали из атласа приливных течений, что с 10.00 до 11.30 в районе плавания существовало течение скоростью 3 узла и направлением  $110^{\circ}$ T. Пожалуйста, запомните, что течение всегда течет «в» указанном направлении, в отличие от ветра, который всегда дует «из» указанного направления.

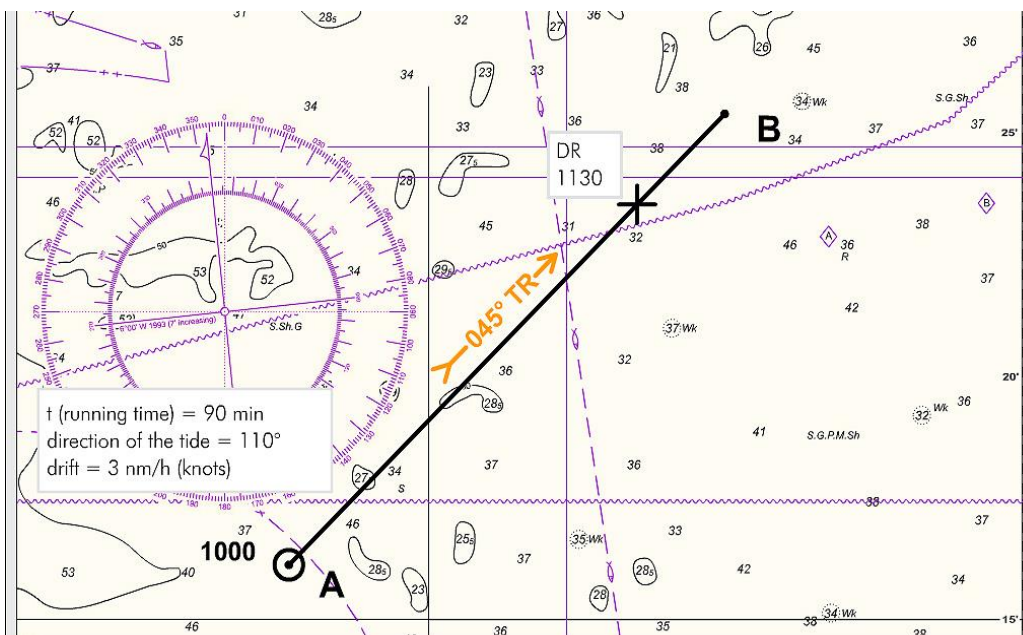


Рис. 4

Итак, используя принцип независимости движений, известный из школьного курса физики (он говорит о том, что любое движение тела можно представить, как векторную сумму простых прямолинейных перемещений), из точки DR 11.30 отложим с помощью прокладчика направление  $110^{\circ}$ T (см. рис. 5). Обратите внимание, что вектор течения обозначается именно так, как на рисунке.

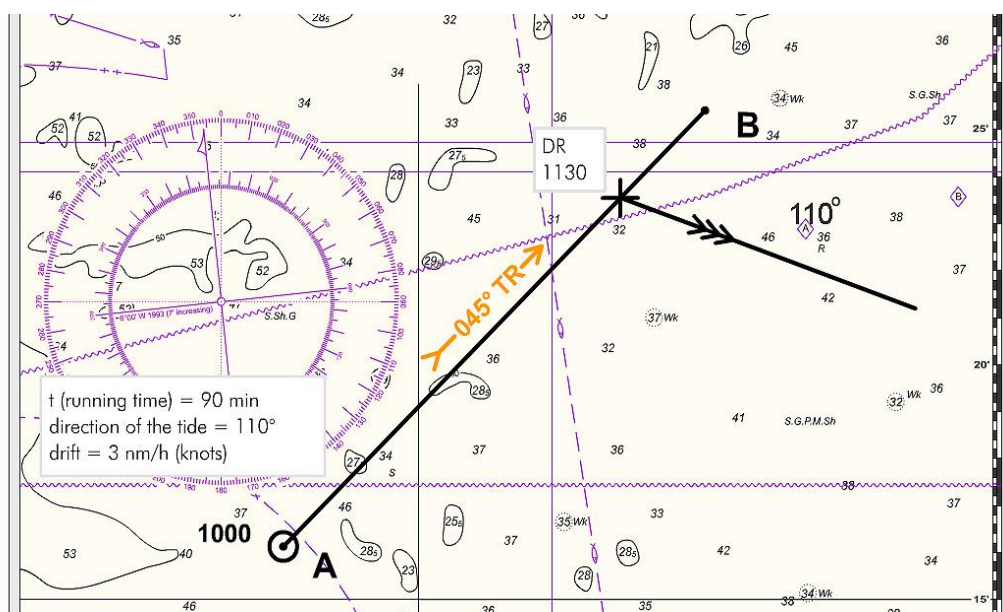
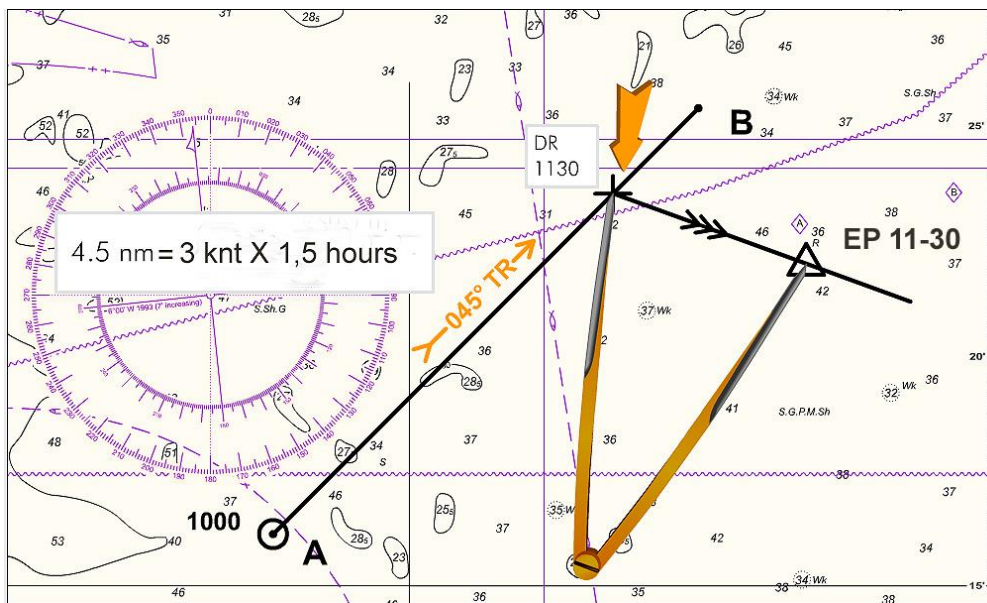


Рис. 5

Затем вычислим длину вектора, время движения яхты: 1,5 часа = 90 min, скорость течения – 3 узла (knts). Значит, за время движения с 10.00 до 11.30 яхта сместилась в направлении 110°Т под влиянием течения на: 3 узла x 1,5 часа = 4,5 морских мили. Откладываем на отрезке измерителем 4,5 n.m. и получим точку EP 11.30



(стандартный символ) (см. рис. 6). Это и есть вычисленное положение нашей яхты в 11.30, которая с 10.00 из точки А двигалась курсом 045°Т со скоростью 7 knt под влиянием течения направлением 110°Т и скоростью 3 knt. Дальнейшую прокладку курса мы должны делать уже из точки EP 11.30. Также мы выполнили задачу – мы знаем, где находится яхта.

Рис. 6

### 3. FIX

Определенное местоположение судна в данный момент времени обозначается английским термином FIX. Существует много способов его определения. Мы рассмотрим наиболее широко применяемый и общий способ: нахождение FIX – А по двум и более компасным пеленгам (лучше трем).

Допустим, наша яхта идет курсом 0°E (360°) со скоростью 7 knots. Вы проходите участок берега, где ясно и отчетливо видите маяк А, маяк В и небольшой остров С. Время 10.15, а последняя EP была определена в 9.30 (см. рис. 7).

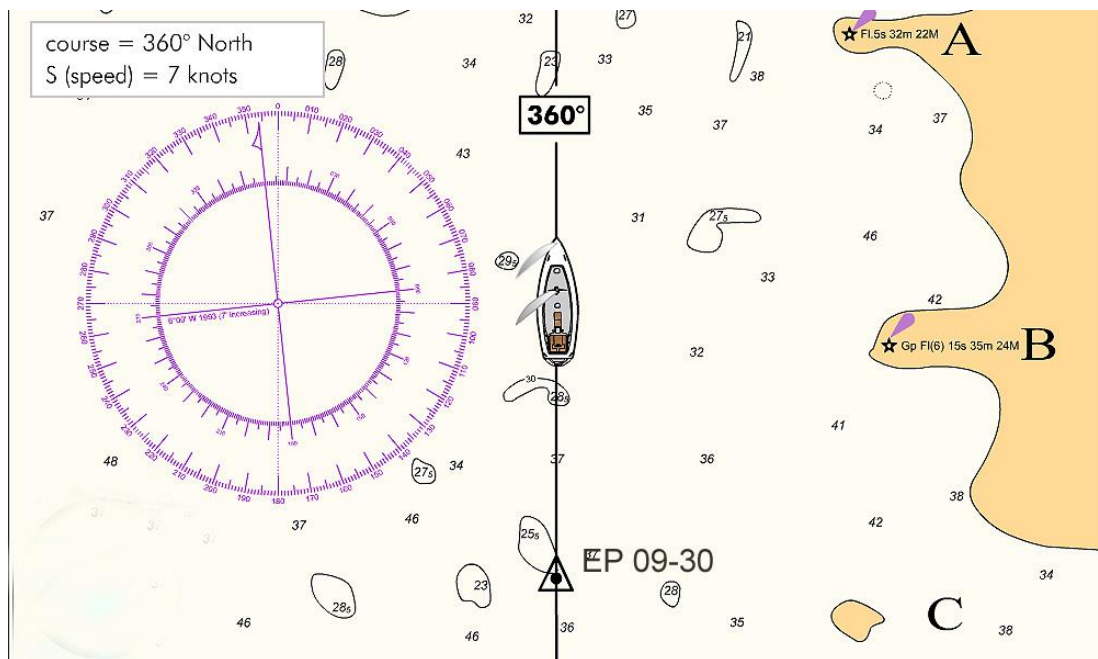


Рис. 7

Обратившись к карте района, вы должны абсолютно безошибочно идентифицировать выбранные ориентиры А, В и С с их изображением на карте. (Все наземные объекты, изображенные на навигационной карте, ясно видны с моря (днем и ночью) и могут использоваться для навигации.) На картах всегда изображаются видимые с моря маяки, водонапорные башни, высокие, отдельно стоящие здания, радиомачты и т.д.

С помощью ручного компаса-пеленгатора возьмем магнитные пеленги на выбранные ориентиры А, В и С (см. рис. 8). Мы понимаем, что, для того, чтобы нанести на карту магнитный пеленг, мы должны преобразовать его в истинный, используя поправку на магнитное склонение.

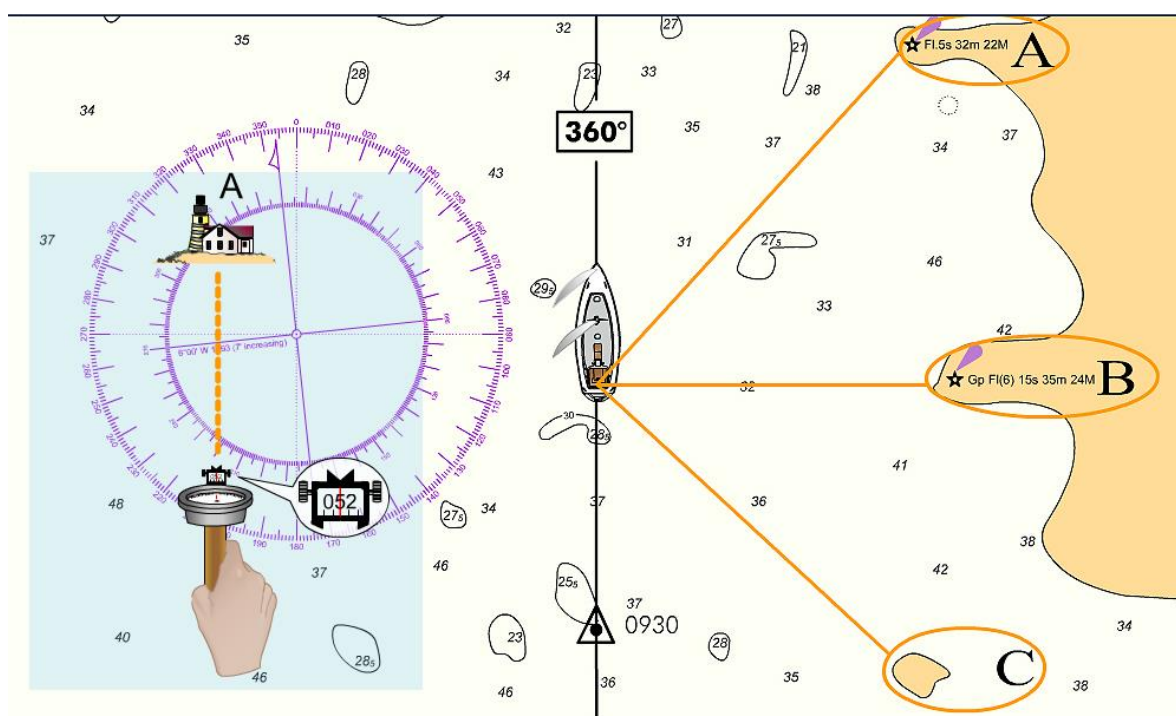


Рис. 8

Напомним правило: при переходе от магнитного пеленга к истинному западное склонение вычитается, а восточное прибавляется.

Давайте положим, что после того, как мы взяли пеленги поочередно на маяк А, маяк В и остров и пересчитали их в истинные пеленги, мы получили следующие значения:

Истинный пеленг на маяк А – 045°Т

Истинный пеленг на маяк В – 90°Т

Истинный пеленг на остров С – 135°Т

С помощью прокладчика отложим эти истинные пеленги от наших объектов А, В, С, как показано на рис. 9.

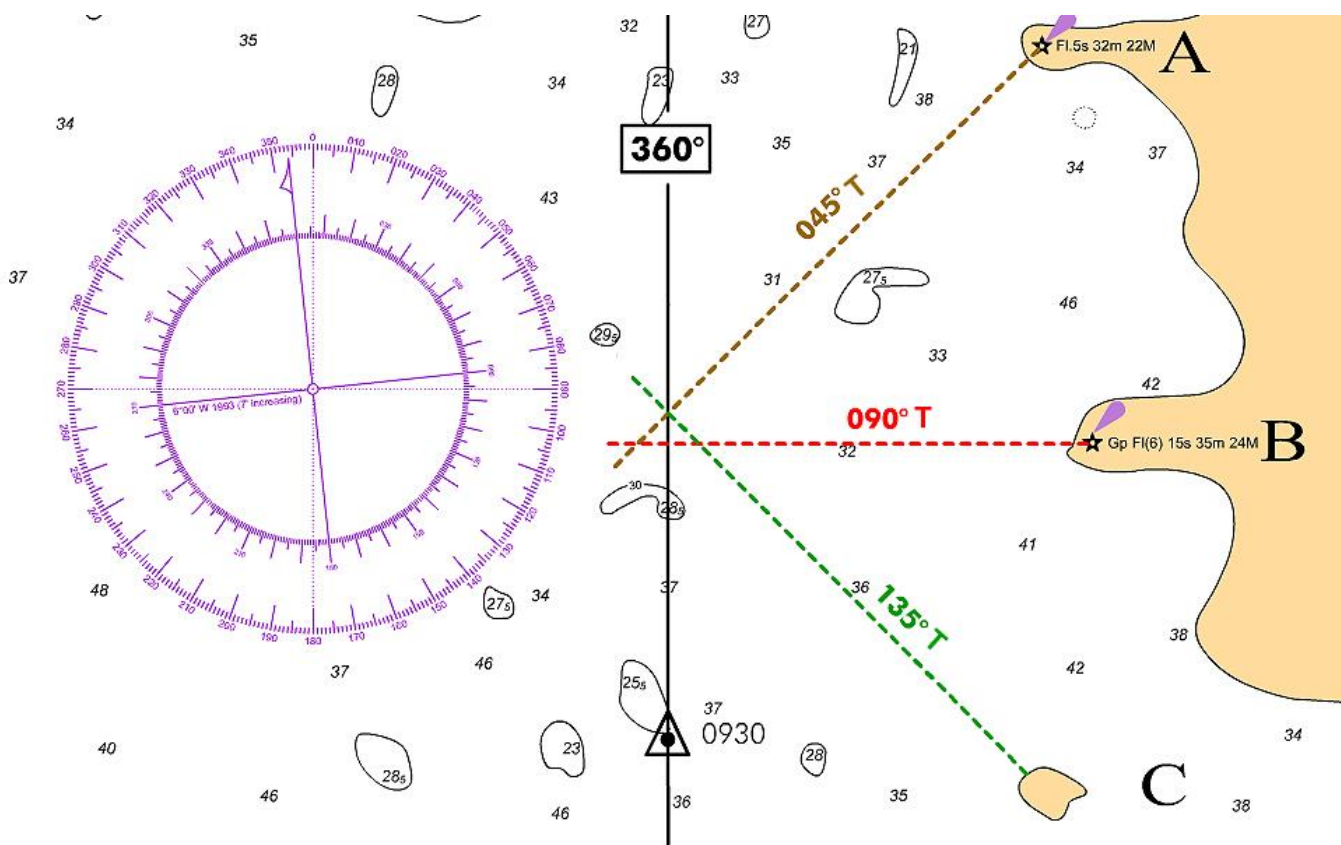


Рис. 9

Как мы видим, пеленги пересеклись не в одной точке, а образовали некий треугольник (hat). Это произошло из-за небольших ошибок во взятии пеленгов. Зато можно сказать, что яхта находится в 10.15 где-то внутри этого треугольника. Для наших целей такой точности вполне достаточно – мы нашли FIX. Запомните, пожалуйста, несколько правил, которые необходимо соблюдать для того, чтобы FIX вашей яхты было как можно точнее:

1. выбирайте для взятия пеленгов ближайшие, более отчетливо видимые объекты;
2. старайтесь, чтобы углы между объектами были не слишком острыми или слишком тупыми (оптимальные углы лежат в диапазоне 30–110°);
3. берите пеленги как можно точнее;
4. если скорость яхты большая (например, моторная яхта), то старайтесь взять пеленги за как можно меньший промежуток времени, чтобы уменьшить ошибку, вызванную перемещением яхты за это время. Конечно, существуют еще много способов определения FIX, например, с помощью радара, с использованием створных объектов, измеренной секстаном высоты объектов, астрономические методы и т.д. Эти способы выходят за рамки нашего курса для «чайников». Пожалуй, необходимо упомянуть о наиболее простом способе взятия FIX с помощью GPS – ваш GPS просто покажет вам координаты судна – нанесите их правильно на карту и поставьте время.

## Навигация. (Урок 4)

### Спасительный крьюйс-пеленг

Один очень опытный яхтсмен как-то рассказывал мне, что много лет назад на небольшой яхте он попал в пятидневный шторм в Средиземном море. Электрооборудование яхты вышло из строя на второй день шторма из-за удара молнии, батареи карманного GPS исчерпали свой ресурс чуть позже, небо было затянуто тучами, так что возможности получить фикс, используя астронавигацию, не предоставлялось, да и как использовать секстан на маленькой яхте (32 фута) при высоте волны 5-6 метров?! Пять дней и ночей ветер силой 8-9 баллов свирепствовал и несколько раз менял свое направление, и о местоположении яхты можно было с уверенностью сказать только то, что она где-то в Средиземном море.

И вот на пятый вечер сквозь дождь и брызги волн шкипер заметил поблескивающий красный огонь. Заметив период огня, по справочнику огней шкипер определил маяк, а затем, несмотря на сильное волнение, используя метод крьюйс-пеленга, определил свое местоположение с точностью до одной морской мили!

Итак, мы имеем только один видимый объект, который можем надежно идентифицировать на карте. В пределах нашей видимости, например, один маяк или знак навигационной обстановки, или маленький остров, мыс, скала, радиомачта.

В этом случае для определения местоположения яхты мы можем использовать метод, который называется running fix, или крьюйс-пеленг. Метод основан на том, что мы берем два пеленга на один объект в разные моменты времени. Необходимым условием применения этого метода является сохранение скорости и курса яхты по крайней мере в течение промежутка времени между взятием первого и второго пеленга на этот объект.

Давайте посмотрим, как это выглядит на практике. Предположим, наша яхта идет истинным курсом  $080^{\circ}T$  со скоростью 8 узлов. Мы ясно и четко видим скалу (rock), обозначенную на нашей карте. С помощью компаса пеленгатора (hand bearing compass) в 0900 берем пеленг на эту скалу и, учитывая магнитное склонение, пересчитываем его в истинный и наносим на карту. Обратите внимание, что курс ( $080^{\circ}T$ ) мы прокладываем на карте в произвольном месте, так как мы пока не знаем, где находится яхта.

Допустим, первый пеленг, взятый нами в 0900 равен  $45^{\circ}M$ . Магнитное склонение положим равным  $07^{\circ}30'W$ . Пересчитываем магнитный пеленг в истинный:  $045^{\circ}M - 07^{\circ}30'W = 37^{\circ}30'T$ . Наносим его на карту. Продолжаем идти, скажем, 30 минут, стараясь как можно точнее держать курс  $080^{\circ}T$  и сохраняя скорость 8 узлов. В 0930 берем второй пеленг на эту скалу. Положим, он равен  $015^{\circ}M$ . Пересчитываем его в истинный:  $015^{\circ} - 07^{\circ}30' = 07^{\circ}30'T$  и наносим на карту – см. далее рис 1.



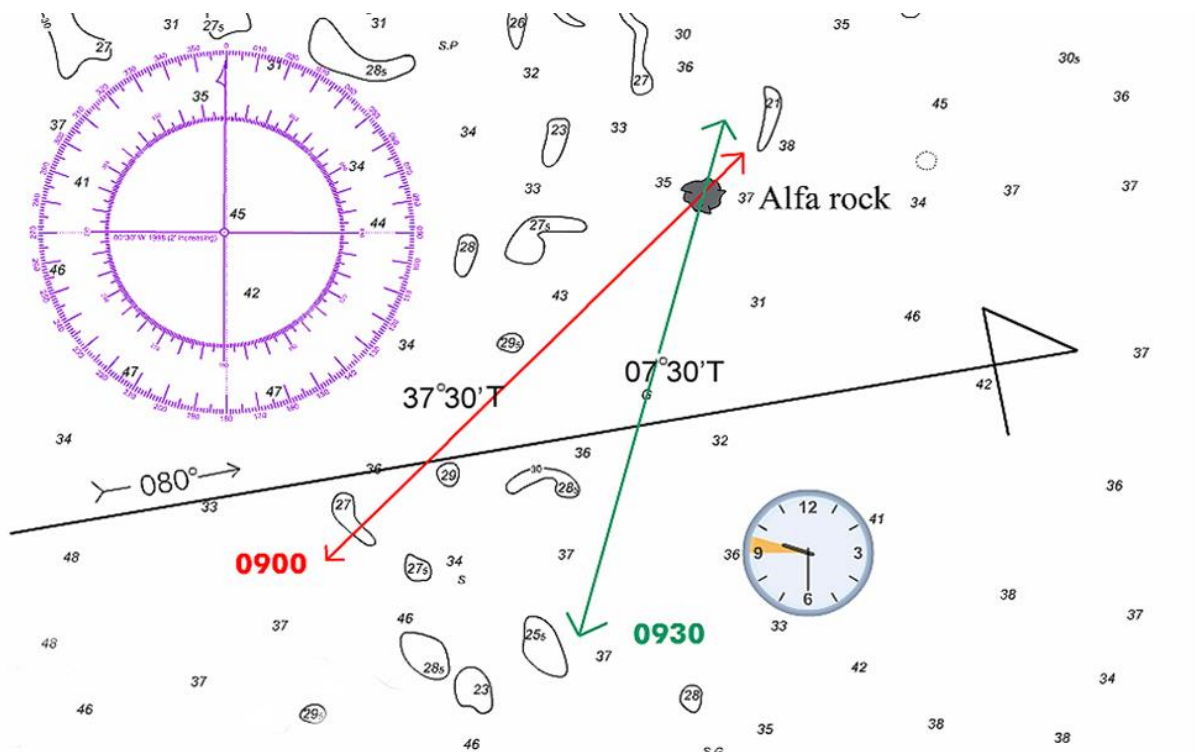


Рис. 1

За 30 минут (время между взятием первого и второго пеленга) наша яхта прошла 4 морские мили курсом  $80^{\circ}$ T. На линии курса от точки ее пересечения с первым пеленгом откладываем пройденное расстояние (4 морские мили). Переносим первый пеленг параллельно самому себе в эту точку. Точка пересечения пеленга, взятого в 0930, и перенесенного пеленга и есть местоположение нашей яхты в 0930, или RF 0930 (running fix), -- см. рис. 2 и рис. 3.

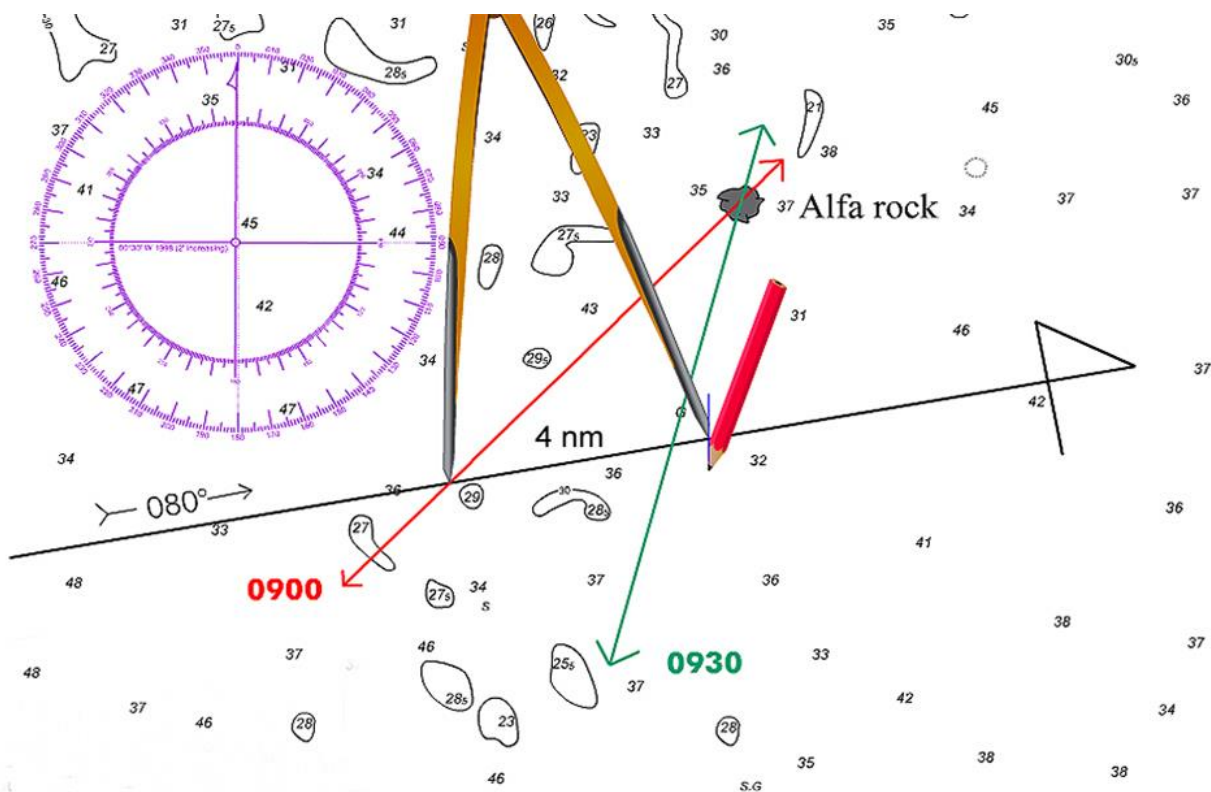


Рис. 2

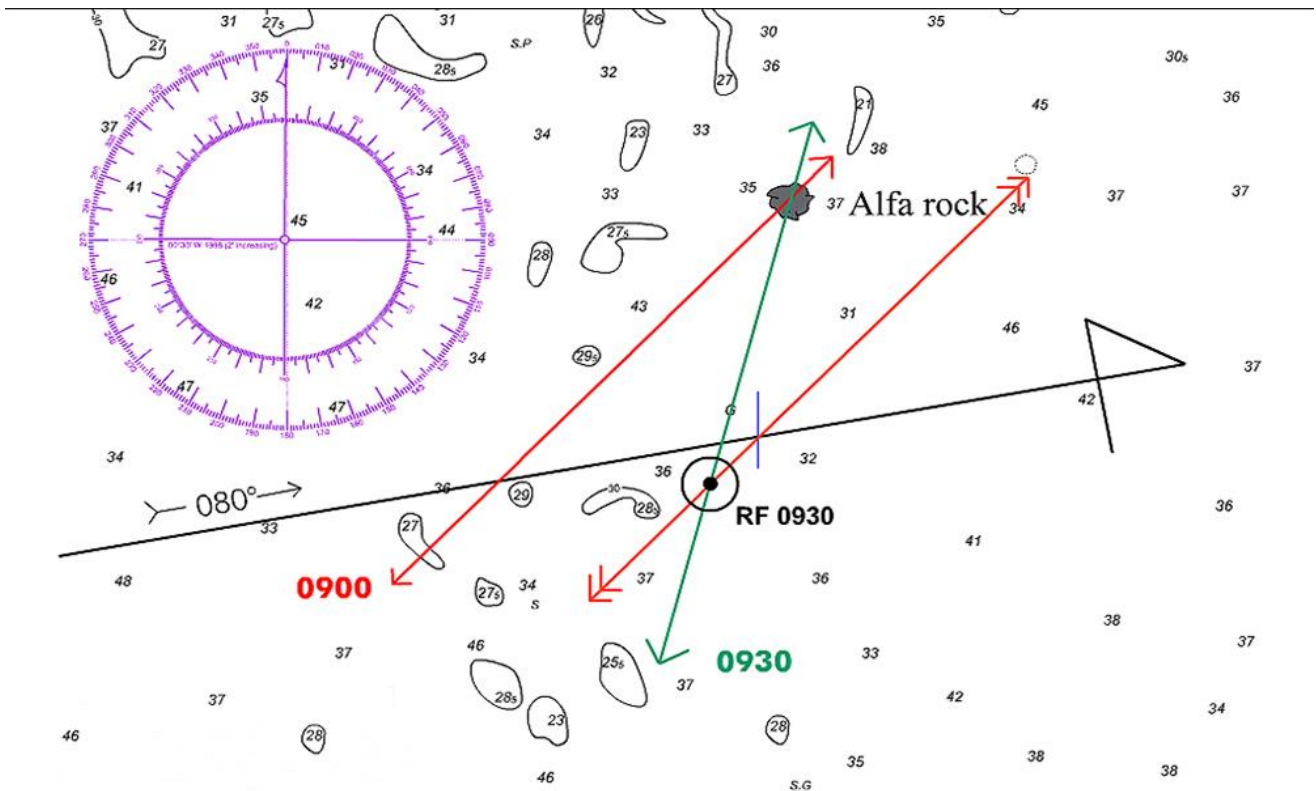


Рис. 3

Точность этого метода зависит от того, насколько точно вы можете держать курс, скорость и, естественно, насколько точно возьмете два пеленга. На относительно спокойной воде и при хорошо выверенном лаге этим методом можно получить фикс практически с точностью GPS.

## Навигация. (Урок 5)

### Что нужно знать о GPS



Антенна GPS-приемника - обязательный атрибут современных яхт

Еще несколько лет назад GPS-приемники казались экзотикой, теперь они стали обычным, «бытовым» прибором. Люди обзавелись GPS, но навигационные ошибки по-прежнему не редки и, как правило, не зависят ни от цены, ни от модели купленного прибора.

GPS – это Global Positioning System – система глобального позиционирования, позволяющая определять координаты местонахождения на поверхности Земли и в воздухе. Строго говоря, термин GPS означает как американскую систему Navstar, так и российскую «Глонасс». Но поскольку в магазинах приемники «Глонасс» не купишь, то массовый потребитель стал по умолчанию считать, что GPS – это исключительно система Navstar. В принципе к GPS-приборам можно отнести и секстан.

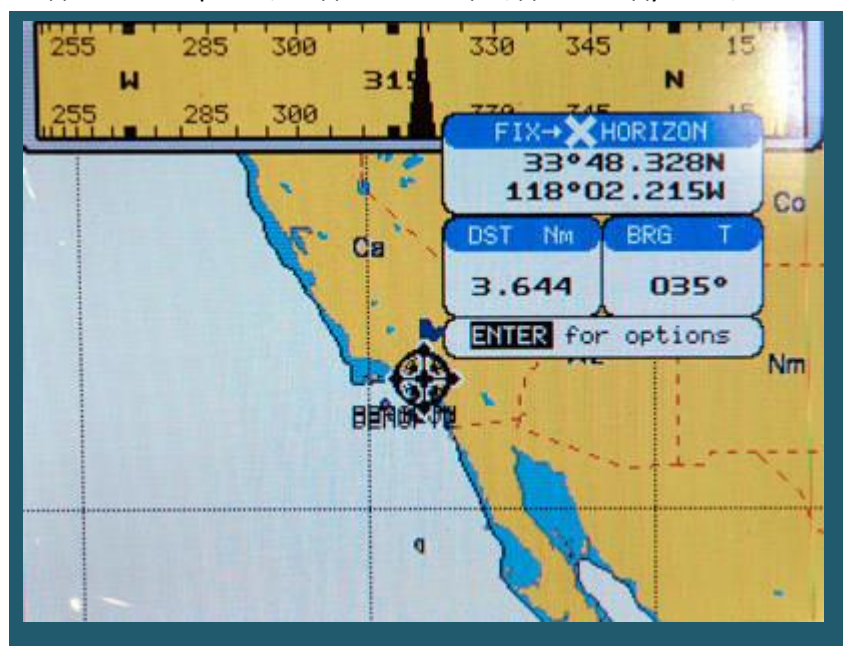
Система GPS состоит из орбитальной группировки – набора спутников, наземных центров управления и ряда наземных

станций. Конечным звеном в этой цепи являются различные GPS-терминалы. Яхтсменам прежде всего нужны мобильные GPS-терминалы – приемники, обрабатывающие информацию в режиме реального времени, которые определяют местонахождение яхтсмена мгновенно и постоянно. Понятия эти условны, но если получать свои координаты один раз в секунду, то можно считать эту информацию непрерывной.

К наиболее устойчивым легендам о GPS Navstar (далее просто GPS) относится то, что «американцы в целях национальной безопасности специально снижают точность определения координат». Из этого якобы следует вывод об ограниченности применения приемника.

В системе GPS действительно существуют два сегмента – военный и гражданский. Военные приемники GPS способны принимать дополнительные спутниковые сигналы, которые «не слышны» гражданским приемникам. С помощью этой технологии военные пользователи системы получают ряд преимуществ. Кроме того, центр управления GPS может включить режим «селективного доступа», который либо снижает точность гражданских приемников GPS, либо «вырубает» гражданский сегмент вообще или в определенном районе Земли.

Однако в 2000 г. президент Клинтон отменил действовавший до того момента режим селективного доступа. С тех пор все гражданские приемники, если они исправны и «видят» достаточное количество спутников, определяют координаты примерно одинаково и с достаточной для навигации точностью. В этом легко убедиться самостоятельно: засечь точку и вернуться в нее через какое-то время. В зависимости от условий средний GPS найдет место с точностью до 3–10 м. Если же случится абсолютное попадание, то это скорее везение, чем точная работа прибора. Подобных параметров недостаточно для строительных и геодезических работ, но для навигации, даже воздушной, вполне хватает.



Режим «селективного доступа» сегодня может быть включен по решению правительства США, но делается это в исключительных случаях, ограниченно и с заблаговременным предупреждением. Так, например, гражданский сектор GPS был выключен во время войны в Ираке во всем районе боевых действий. Это лишило иракцев, купивших гражданские приемники, возможности использовать американские технологии для определения своего местонахождения.

Следующей проблемой военных, вероятно, станут картографические онлайн сервисы типа terraserver.com или

более известного google maps. Космические снимки на них со временем будут обновляться все быстрее, и не исключено, что следующим шагом станет наблюдение самого себя на местности, что было бы удобно, к примеру, для выбора места в марине.

При каждом включении современный гражданский приемник GPS демонстрирует предупреждение, что он не может быть использован как единственное средство навигации. На это важное указание следует обратить внимание. Эта надпись на экране вовсе не означает, что прибор изначально неточный или производители сомневаются в его качестве. Естественно, что производители приборов хотят защититься от возможных судебных исков, но дело не только в этом. Прибор и его создатели не могут отвечать за неправильные действия, которые совершают неграмотные пользователи. Не следует требовать от приемника, чтобы он угадывал ваше местоположение при неправильном обращении.

Первое, с чем, как правило, сталкивается владелец GPS, это то, что он едет «мимо карты», «защитой» в приемнике. Для того чтобы настроить GPS так, чтобы точка, в которой находится прибор, в точности совпадала с аналогичной точкой на карте, нужно хорошо разбираться в его устройстве. При этом необходимо знать, каким образом и кем была изначально создана карта, используемая в приборе.

Карты могут быть сделаны в разных математических моделях и, соответственно, по-разному представлять форму земного шара, из-за чего, как правило, и возникает «сдвиг» карты относительно координат, определенных прибором. Несмотря на то, что большинство новых карт создается в системе WGS84 (World Geodesic System 1984 года) и GPS-приемник настраивается на работу именно в этой системе, сохранилось огромное количество карт, сделанных в других системах. Обычно они не сильно отличаются друг от друга. Если с помощью GPS-приемника поставить определенную точку на двух разных картах одной и той же местности, сделанных в разных системах, то расстояние между этими точками не будет превышать нескольких десятков метров.

Для морской навигации незначительный сдвиг карты, как правило, не принципиален, пусть даже прибор показывает, что яхта стоит не у причала, а на берегу, яхтсмен видит, что он стоит именно у причала. По этим и другим причинам и RYA, и просто здравый смысл запрещают использовать GPS как единственное средство навигации. То есть подходить к причалу или в узость следует не только по прибору, но и как минимум, глядя по сторонам. Для решения большинства задач вполне достаточно знать параметры «сдвига» карты и учитывать их, прокладывая безопасный курс.

Вторая типичная ошибка – установка в приборе путевых точек, рекомендованных лоцьями, или координат таких объектов, как край волнолома или буй. Направляясь к подобной путевой точке по GPS, экипаж постоянно получает информацию о направлении на точку и оставшемся до нее расстоянии. Следует помнить при этом, что GPS определяет курс на точку по прямой, которая может проходить через другие навигационные опасности. В конце концов, велика вероятность, что лодка просто воткнется в этот буй или мол. Также она может столкнуться с другими яхтами, которые используют для навигации те же рекомендованные популярными пайлотами путевые точки. Чтобы уменьшить риск, следует вводить свои собственные путевые точки.

Третья ошибка – неправильное понимание предоставляемой прибором информации. Допустим, выставляется путевая точка и яхтсмен движется к ней по прямой. Прибор исправно докладывает о постепенном сокращении расстояния до цели и указывает направление на точку. По неопытности пользователь может сделать вывод, что он действительно движется в нужную точку почти по прямой и раз расстояние до точки сокращается, то все в порядке. На самом деле это не так. GPS не показывает боковой сноса судна. При наличии течения и ветра лодку сносит с курса, а рулевой, сам того не замечая, постепенно подруливает, следуя указанию прибора, в сторону путевой точки. Для рулевого картина выглядит просто: путевая точка все время впереди. Но на самом деле яхта описывает довольно широкую дугу и запросто может налететь на препятствия, находящиеся, по мнению экипажа, далеко сбоку.

Чтобы компенсировать недостатки встроенной карты, нужно заранее внести в прибор достаточное количество путевых точек, координаты которых заранее сняты с надежной бумажной карты. Это простой и безопасный способ иметь под рукой в палубных условиях информацию о реальных координатах и расстоянии до ближайших опасных объектов.

Вот почему использовать GPS как единственное средство навигации неразумно. Полезно дополнять прибор компасом-пеленгатором и здравым смыслом. На них придется положиться и в случае отказа GPS по тем или иным причинам. Но практика показывает: если прибор отказал, лучше включить запасной GPS.