

Евгений Курганов

# ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ: ЧАСТЬ 4: КУДА ПОКАЗЫВАЕТ КОМПАС?

Очень многие искренне убеждены, что стрелка компаса направлена строго на север. И хотя это далеко не так, при помощи компаса можно с очень высокой точностью определять направления и на суше, и на море. Какие поправки требуется вносить в его показания? Чем вызвана такая необходимость? Что такое «магнитное склонение» и «девиация»? Об этих на первый взгляд загадочных, но, в общем-то, не таких уж сложных вещах и пойдет речь в сегодняшней беседе.

С тех пор, как люди обнаружили свойство предметов из магнитного железняка устанавливаться определенным образом в магнитном поле Земли, конструкция компаса прошла длинный путь. Мореплаватели, по достоинству оценившие преимущества этого навигационного инструмента, сразу столкнулись с рядом сложностей, затруднявших его использование в открытом море – прежде всего вызывае-

мых качкой. Много веков тому назад появились конструкции, в которых для уменьшения ее влияния магнитная стрелка подвешивалась на нити, устанавливалась на кончике вертикальной иглы или плавала в жидкости, прикрепленная к поплавку.

Значительные усовершенствования, которые дошли до наших дней, внесли в конструкцию компаса итальянцы. Семь веков назад изобретатель из Неа-

поля Флавио Джой соединил магнитную стрелку с диском, создав компасную картушку, что повысило точность отсчетов. Другой итальянский умелец, Джероламо Кардано, предложил крепление, снижавшее влияние качки и получившее название «карданов подвес». (Кстати, Кардано был больше известен современникам как мастер-кадетник, а изобретенный им шарнир с двумя степенями свободы изначально предназначался для уменьшения «качки» конного экипажа на ухабистой дороге – но это так, к слову).

Для более удобного и точного определения компасных направлений и направления ветра, а иногда и течения, картушку стали делить на румбы – от греческого «ромбос», что означает как некий вращающийся предмет вроде юлы или волчка, так и ромб. От восьми румбов постепенно пришли к делению горизонта на 32 румба. Направления на север (N, норд), юг (S, зюйд), вос-

ток (O, ост) и запад (W, вест) назвали главными. Ровно посередине между главными располагаются четвертные румбы (например, северо-запад – NW), а между главными и четвертными – румбы трехбуквенные (скажем, юго-юго-запад – SSW, восток-северо-восток – ONO). Кроме того, между главными и четвертными румбами находятся 16 промежуточных. Название промежуточного румба образуется из названия ближайшего главного или четвертного, приставки «тэн» («ten», пишется только буква «t»), что означает предлог «к», и названия главного румба, в сторону которого уклонен этот промежуточный румб – например, SWtW, OtN. Иногда вместо голландского предлога «ten» используется английский «by».

С появлением на судах механических двигателей, увеличением скоростей и размеров судов потребовалось более точное определение направлений в море, и картушку компаса стали делить на 360 градусов. Система деления горизонта, при которой направления отсчитываются от направления на север по часовой стрелке от 0 до 360, называется круговой. Угол между двумя смежными румбами, который также называется румбом, равен  $11.25^\circ$ , т.е. углы и направления с помощью градусной круговой системы измеряются с большей точностью. Но румбовая система и сегодня используется для обозначения направлений ветра и течения, исходя из правила «ветер дует в компас, течение идет из компаса», а также для удовлетворения романтических потребностей человека в нашем перенасыщенном цифрами мире. (Дополнительно расшифруем: к примеру, юго-восточный ветер дует с юго-востока, а при северо-западном течении вода движется на северо-запад; как это ни парадоксально, но в данном случае их реальные направления полностью совпадают).

Таким образом, современный магнитный компас (говоря о «морском» компасе, принято делать ударение на втором слове), с помощью которого управляют судном и определяют пеленги на береговые ориентиры, стал итогом длительного развития. Совершенствование его конструкции привело к появлению нескольких типов приборов, применяемых в том числе и на малых судах. Это, прежде всего,

путевой компас, предназначенный для удержания судна на заданном курсе; компас для взятия пеленгов (т.е. для измерения угла между направлением на северный полюс и направлением на интересующий нас объект); компас в комплекте авторулевого или радиопеленгатора. Последний тип устройства обслуживается специалистами, поэтому поговорим о первых двух.

Общим для их конструкции является следующее. Корпус, или котелок компаса, выполнен из немагнитного металла или пластмассы; роль стрелки играет уже упомянутая картушка, на которой закреплены магниты – обычно несколько пар. Котелок заполнен специальной незамерзающей жидкостью. Это может быть раствор спирта (практически «водочной» концентрации в пределах 39–43%), лигроин или кремнийорганическая жидкость. Она поддерживает на плаву компасную картушку (которая при этом вращается вокруг остроконечной шпильки) и гасит ее колебания, повышая точность отсчета.

По окружности картушки нанесена градусная шкала, нередко дополненная румбовой (рис. 1). В зависимости от диаметра картушки, а иными словами, «калибра» компаса, указываемого либо в миллиметрах, либо дюймах, цена одного деления 360-градусной шкалы может быть разной – от  $1^\circ$  на картушке 127-миллиметрового компаса до  $5^\circ$  на картушках небольших компасов. Таким образом, чем больше «калибр», тем более точные показания можно снять с компаса. О специфике его выбора для маломерного судна поговорим в следующих публикациях, здесь же ограничимся тем, что во многих случаях более чем достаточно 75-миллиметровой картушки, как на типовых шлюпочных компасах (рис. 2).

Что дает нам расположение градусной шкалы на картушке, а не на корпусе?

На судне, подвижном плавучем сооружении, началом отсчета в определении направлений является диаметральной плоскостью судна – ДП. Курс судна – это угол между нордовой частью меридиана (направлением на север) и направлением в нос по ДП. Используя на яхте туристский компас, у которого обычная стрелка укажет нам

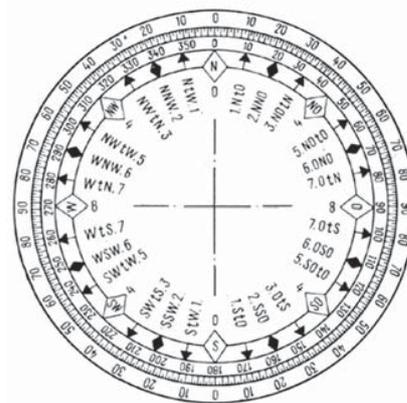


Рис. 1. На этой картушке собраны практически все мыслимые и немыслимые определения курса; представлены как «румбовая», так и «градусная» шкалы.



Рис. 2. Это лишь пара вариантов, как могут выглядеть «переносные» шлюпочные компасы. Представленные экземпляры выглядят не особо презентабельно, но это не промах фотографа или специалиста по «фотошопу». Просто руки не доходят отреставрировать эти чудесные раритеты из коллекции «Кия».

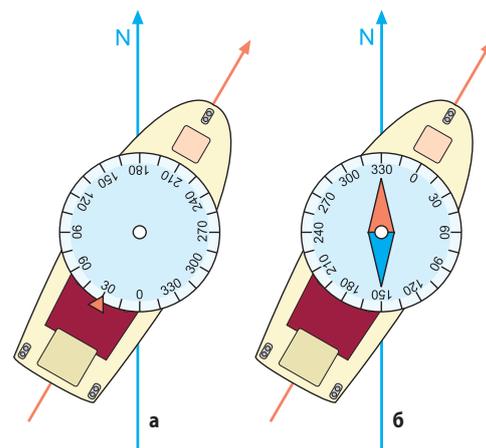


Рис. 3. Общепринятая для «воды» картушка сразу показывает курс. Грубо говоря, она выступает в роли остающегося на месте «заместителя» окружающей действительности, относительно которой «крутится» лодка (а). Тем же, кто привык к так называемым туристским компасам со стрелкой (б) и знает волшебное слово «азимут», напомним, что грибники и охотники обычно двигаются по визуальным ориентирам (например, следуя причудливым изгибам тропы, огибающей елки), поэтому и задачи у них отличны от тех, что приходится решать мореходам.



Рис. 4. «Карданов подвес» позволяет компасу чувствовать себя вольготно даже при сильной качке. Кстати, это нехитрое изобретение итальянского мастера-каретника также помогает яхтсменам не расплескать содержимое чайника на камбузе.

север, а деления градусов нанесены на корпус, возрастая от нуля по часовой стрелке, мы определим курс лишь после пересчета данных, да и то с некоторой погрешностью. Такой компас, установленный на судне, будет вращаться вместе с судном и шкалой (рис. 3, б). Морской компас позволяет получать непосредственно отсчет курса по делениям на картушке, расположенным у курсовой черты. Картушка в принципе неподвижна относительно меридиана, а курсовая черта жестко связана с положением ДП судна – значит, можно без всяких пересчетов сразу получить курс (рис. 3, а).

Конструкция магнитного путевого компаса обычно предполагает установку в кардановом подвесе, сохраняющем горизонтальность картушки при крене и качке (рис. 4). На крупных «пароходах» такой компас установлен в специальной тумбе – нактоузе, но на маломерных судах подобная роскошь недоступна из-за дефицита пространства. Поэтому его либо ставят на горизонтальную панель перед штурвалом, либо врезают в вертикальную переборку, либо подвешивают под потолок в верхней части лобового стекла рубки.

Компасы малых судов, как правило, имеют относительно небольшой «калибр» и вообще довольно компактны. Вместо старого доброго «карданова подвеса» их производители нередко обходятся иными средствами, позволяющими картушке сохранять горизонтальное положение при значительных



Рис. 5. На маломерных судах можно обойтись и без «кардана» – здесь чаще всего применяются полусферические картушки на остроконечной шпильке. «Плавают» они либо в корпусе в виде прозрачного шарика, либо прикрыты полукруглым «блистером».

углах крена и дифферента. Так, наиболее распространенным вариантом является «плавающая» в специальной жидкости полусферическая картушка, отцентрованная остроконечной шпилькой и размещенная в «котелке» в виде прозрачного шарика или под прозрачным полукруглым колпаком (рис. 5).

Для пеленгования на маломерных судах используются компасы с установленными на них пеленгаторами, расположенные так, чтобы препятствий для обзора было как можно меньше, а также ручные компас-пеленгаторы или бинокли с встроенными компасами (рис. 6). При этом под пеленгуемым объектом читается обратный компасный пеленг, т. е. компасное направление, под которым судно видно с объекта. Это позволяет, найдя на карте этот ориентир, провести от него линию под углом, снятым с пеленгатора. Где-то на этой линии и находится судно. Если взять пеленг еще на один обозначенный на карте ориентир, то на пересечении нанесенных на карту обратных компасных пеленгов и окажется наше место (рис. 7). Разумеется, для большей уверенности пеленгов должно быть более двух.

В теории все выглядит достаточно гладко, но на практике возникают кое-какие сложности, и отсюда переходим к загадочному для многих слову «девиация».

Герои бессмертного произведения Жюль Верна «Пятнадцатилетний капитан» пережили крайне опасные приключения в результате действий

злоумышленника и незнания магнитно-компасного дела. Подложив в нактоуз железный брусок, коварный Негоро внес нужное ему искажение в показания компаса, отчего шхуна «Пилигрим» отклонилась от расчетного курса на четыре румба к югу и вместо Южной Америки оказалась у берегов Африки. (Кстати, если бы умения этого персонажа направить в мирное русло и пере-квалифицировать его из бандитов в девиаторы, то исправившийся негодяй заработал бы куда больше денег – эта редкая профессия ценилась в те далекие времена дороже золота, да и теперь пользуется большим уважением).

Короче говоря, на стрелку судового компаса, кроме магнитного поля Земли, действует также магнитное поле, создаваемое судовым железом. А железо делится в магнитном отношении на «жесткое» и «мягкое». Жесткое железо, намагнитившись в магнитном поле Земли, сохраняет свое поле, а мягкое перемагничивается при изменении создавшего его поля. Поэтому силы судового магнетизма изменяются по различным законам. Одни из них действуют постоянно, другие изменяются с изменением курса, широты, крена. В результате магнитная стрелка в месте установки компаса располагается не вдоль магнитного меридиана, а составляет с меридианом угол, называемый девиацией. Девиация незначительна на маломерных судах из немагнитных материалов, но на магнетометрических корпусах может достигать таких величин, что магнитное поле Земли будет полно-

стью компенсироваться собственным полем судна, отчего картушка компаса оказывается в состоянии безразличного равновесия – попросту мотается «туда-сюда» под влиянием чего угодно, но только не магнитного поля Земли. В результате пользоваться компасом становится невозможно.

Для уменьшения девиации в месте, где установлен морской компас, он снабжается так называемым девиационным прибором, компенсирующим магнитное поле судна при помощи системы магнитов и железных брусков, положение которых можно точно подобрать, используя резьбовые верньеры.

Задача вроде бы проста – при помощи подобного устройства (которое нередко имеется даже на самых простеньких «сувенирных» компасах) надо максимально близко «подогнать» стрелку или картушку к положению магнитного полюса Земли, но не будем забывать, что «мягкое» судовое железо при смене курса (или же, проще говоря, повороте штурвала) каждый раз перемещается, сбивая предыдущие показания...

В общем, полностью уничтожить это влияние невозможно, поэтому после проведения работ по его уничтожению составляется таблица остаточной девиации, в которой подробно расписаны поправки к показаниям компаса на тех или иных курсах. При помощи такой таблицы можно переходить от компасного к магнитному курсу (пеленгу) и наоборот. (О том, как свести девиацию к минимуму, подробнее поговорим в следующей публикации).

Итак, чем магнитный курс (пеленг) отличается от компасного? Теоретически стрелка компаса должна указывать на магнитный полюс, но на практике из-за влияния девиации судна стрелка указывает на полюс компасный. Исправляя компасное направление поправкой на девиацию, мы получаем магнитное направление.

Но и тут нас ждут подводих!

Все было бы куда проще, если бы в какой-то точке земного шара был установлен мощный магнит, притягивающий к себе компасные стрелки. Однако таких «магнитов», во-первых, очень много, а во-вторых, самый мощный из них не стоит на месте.

Магнитное направление на север-



Рис. 6. Маленькие лодки постоянно качает, поэтому пользоваться настоящим компасом-пеленгатором не всегда удобно. Гораздо сподручнее хороший морской бинокль со встроенным компасом. Как правило, его конструкция предусматривает и дальнометрическую шкалу.

ный магнитный полюс часто не совпадает с направлением на географический полюс. Это отклонение от меридиана называется магнитным склонением. Склонение считается положительным, если северный конец магнитной стрелки отклонен от истинного меридиана к востоку; если же к западу, то отрицательным. В соответствии с этим

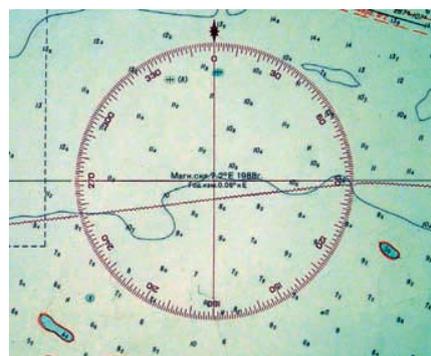


Рис. 8. Информация о величине магнитного склонения в том или ином районе, а также о его годовых изменениях наносится на морскую карту прямо в ее заголовке, а кроме того, дублируется на нанесенных на нее «картушках» (хотя сама по себе градусная шкала ориентирована строго по северу). На некоторых зарубежных картах внутри «картушки» имеется вектор, который можно напрямую использовать при прокладках, поскольку величину магнитного склонения он уже учитывает. Правда, карта должна быть относительно «свежей».

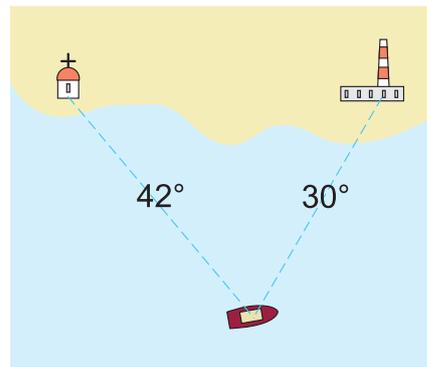


Рис. 7. Казалось бы, это задача для начальных классов средней школы. Но попробуйте снять хотя бы пару пеленгов, когда маленькую лодку «крутит» на волне, а палуба (вернее, пайол) постоянно ускользает из-под ног! Да и вряд ли вам это понадобится (разве что вы не пытаетесь найти «прилеленное» место на рыбалке, ориентируясь, скажем, по дымовой трубе местного завода и по куполу церкви – наиболее высоким и заметным береговым ориентирам).

положительному склонению приписывают «остовое» наименование, а отрицательному – «вестовое».

Уже во времена Колумба было замечено отклонение магнитной стрелки от направления на Северный географический полюс, однако доверие компасу было столь велико, что, обнаружив отклонение стрелки от направления на

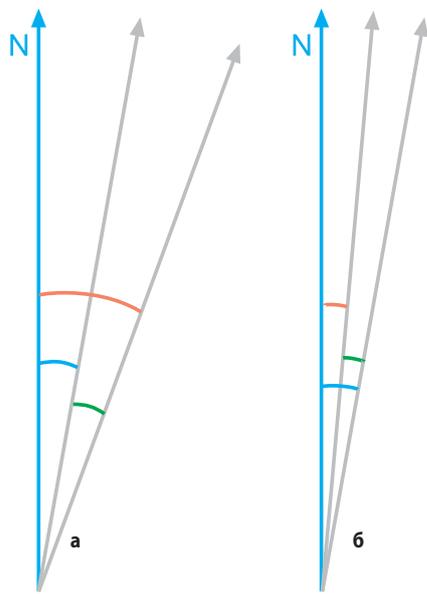
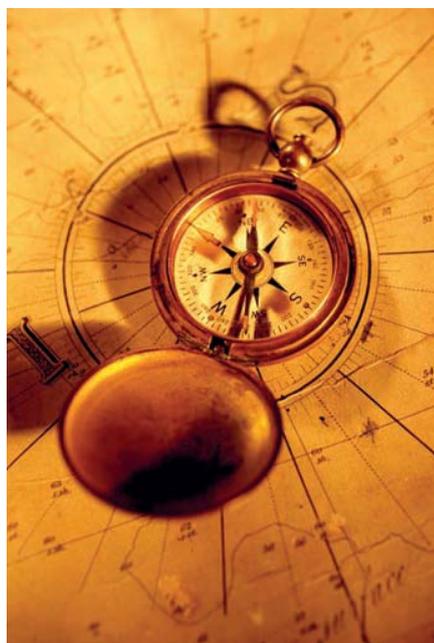


Рис. 9. Даже в очень серьезных учебниках по навигации вопрос иллюстрируется несколько однобоко. Да, распространенная схема (а), которую курсанты мореходок обычно именуют «паук», вполне соответствует действительности, но не будем забывать, что девиация может быть и «отрицательной» относительно магнитного склонения (б), отчего на определенных курсах обе поправки могут компенсировать друг друга, и наш старинный друг компас будет нацелен akurat на географический север (синим указана поправка на магнитное склонение, зеленым – на девиацию, а красным – итоговая величина поправки).

Полярную звезду, Колумб усомнился в постоянстве Полярной звезды. Тем не менее магнитометрические исследования показали, что склонение действительно существует, и в разных географических пунктах Земли его величина может значительно различаться, принимая значения от  $0^\circ$  до  $\pm 180^\circ$ . Более того, обнаружилось, что склонение постоянно изменяется и в каждом отдельно взятом районе. В любимом моряками Лондоне, к примеру, достигнув за некоторое время максимума  $11^\circ \text{Ost}$ , оно стало уменьшаться и, перейдя через нуль, вновь стало увеличиваться вплоть до 1820 г., когда наступил максимум  $-24^\circ \text{W}$ .

Данные как о величине, так и о ежегодном изменении склонения приводятся на навигационных картах (рис. 8). По этим данным находится поправка на год фактического плавания. Но, кроме того, существуют локальные зоны магнитных аномалий, где склонение может очень отличаться от склонения соседних районов. Магнитные аномалии на картах обводят сплошной жирной чертой, внутри района указывают возможные колебания магнитного склонения. Если границы района определены недостоверно, то они указываются пунктиром. Отдельные аномальные точки склонения обозначают звездочкой с указанием наименования и значения склонения.

Таким образом, для получения истинных направлений, отсчитываемых от направления на Северный полюс



при помощи компаса, установленного на судне, его показания надо исправить общей поправкой, являющейся алгебраической суммой склонения и девиации (рис. 9).

Впрочем, помимо относительно медленных процессов, подвластных расчетам, магнитное поле Земли способно и неожиданно «взбрыкнуть» – в частности, оно может изменяться под влиянием магнитных бурь, вызванных деятельностью Солнца. Это знали еще поморы-архангелогородцы, говоря, что во время сильных северных сияний «матка дурит» – т.е. магнитная стрелка компаса ведет себя беспокойно, становясь неустойчивой.

В заключение – кое-что о полюсах. Мореплавателям и путешественникам эпохи Великих географических открытий, можно сказать, повезло – магнитный и географический полюса располагались достаточно близко один к другому, что позволяло поначалу считать, что стрелка компаса действительно указывает на север. Но по мере накопления знаний о земном магнетизме было обнаружено, что магнитные полюса не совпадают с географическими и постоянно перемещаются по поверхности Земли!

Длительное время северный магнитный полюс медленно двигался на север. Однако примерно тридцать лет назад скорость его перемещения возросла примерно в четыре раза. Каждый день он описывает эллипсы и, кроме того, смещается в северном и северо-западном направлении со средней скоростью от 10 до 20 км в год, поэтому любые его координаты являются временными и неточными. Северный магнитный полюс Земли перемещается из Северной Америки такими темпами, что может оказаться в Сибири уже через 400 лет, а по некоторым расчетам даже раньше. При этом он на некоторое время почти совместится с Северным географическим полюсом. За последнее тысячелетие полюс перемещался в основном между Канадой и Сибирью, однако иногда двигался и в других направлениях, а за предыдущие миллионы лет, как выяснили палеомагнитологи, современный северный магнитный полюс побывал практически во всех районах Земли.

Южный магнитный полюс находится в антарктическом море Дюрвиля.

В феврале 2005 г. яхта «Апостол Андрей» под командованием хорошо известного читателям «КиЯ» Николая Литая во время антарктического плавания прошла южнее южного магнитного полюса, оказавшись между двумя южными полюсами – географическим и магнитным.

Когда люди впервые достигли южного магнитного полюса, он находился на суше, в глубине Антарктиды. Сегодня он движется со скоростью около 2 м/ч и по прогнозам ученого-магнитолога Н.Медведева примерно через 850 лет доберется до Новой Гвинеи.

Но и это не все. Магнитное поле Земли может предложить сюжет для блокбастера покрупнее «Армагеддона». Палеомагнитные исследования выявили в прошлом неопровержимые свидетельства неоднократных инверсий геомагнитного поля, при которых южный магнитный полюс становится северным, и наоборот. И происходит это, по некоторым данным, с периодом около 250 тыс. лет. Однако с прошлого такого «переворота» прошло около 750 тыс. лет, так что очередной уже заметно запаздывает. Ученые сообщают, что с магнитным полем Земли последнее время происходят необъяснимые вещи, что может быть признаком начала смены полярности. Но, прежде чем южный магнитный полюс станет северным, а северный южным, они оба на некоторое время исчезнут, и Земля лишится магнитного поля, защищающего ее от космических частиц. Мнения специалистов по поводу возможных последствий расходятся, но существуют и весьма мрачные прогнозы.

Не остаются на местах и географические полюса. Установлено, что земная ось смещается, и Северный полюс отдаляется от нас примерно по семьдесят пятому меридиану в сторону Лабрадора. А значит, экватор медленно, но верно приближается к нам. Правда, всего на пару километров в год. Пустячок, а приятно!

*Так уж вышло, что нынешняя беседа получилась у нас скорее «познавательнотеоретической». О том, как применить полученные знания на практике – как выбрать подходящий компас для небольшой прогулочной лодки, как правильно его установить, как оценить девиацию и т.д. – читайте в следующих публикациях.*