

Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли

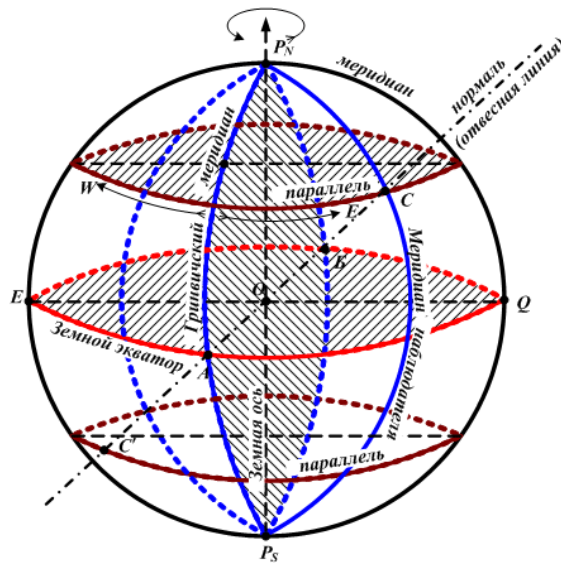


Рис. 1 Основные точки, линии и плоскости Земли

Для ориентирования на поверхности Земли необходимо четко представлять и знать ее основные точки, линии и плоскости.

Проведем окружность (рис. 1), которая условно будет представлять собой земной шар.

Из верхней ее точки проведем отвесную линию – земную ось.

Земная ось – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение ($\approx 0,5 \text{ км/с} = 0,464 \text{ км/с}$).

Эта ось ($P_N P_S$) совпадает с малой осью земного эллипсоида и пересекает поверхность эллипсоида в двух точках, называемых **географическими полюсами** Земли:

северный – P_N ,

южный – P_S .

Северным географическим полюсом (P_N) принято считать тот, со стороны которого собственное вращение Земли усматривается против часовой стрелки.

Южный географический полюс (P_S) – полюс, противоположный северному.

Плоскость экватора – плоскость, перпендикулярная земной оси и проходящая через центр шара (эллипсоида).

Земной экватор – линия (окружность), образуемая от пересечения поверхности эллипсоида плоскостью экватора.

Земной экватор делит земной шар на два полушария:

- северное полушарие (с P_N);
- южное полушарие (с P_S).

Плоскости параллелей – плоскости, параллельные плоскости экватора.

Параллели – малые круги, образующиеся на поверхности земного эллипсоида при пересечении его плоскостями параллелей.

Нормаль (отвесная линия) – прямая, совпадающая с направлением силы тяжести в данной точке:

- для т. P_N (или P_S) нормалью является земная ось « $P_N P_S$ »;
- для т. E (или Q) нормалью является диаметр земного экватора;
- для т. C – нормалью является прямая линия $CO C'$, проходящая через центр Земли.

Плоскости истинных меридианов – плоскости, проходящие через ось Земли ($P_N P_S$).

Истинные (географические) меридианы – линии (окружности), образующиеся на поверхности эллипсоида при пересечении его плоскостями истинных меридианов.

Меридиан, проходящий через место наблюдателя, принято **называть истинным (географическим) меридианом наблюдателя**.

Начальный (нулевой, Гринвичский) меридиан (*).

(* *Нулевой (Гринвичский) меридиан делит земной шар на восточное и западное полушария.*

По Международному Соглашению с 1884 г. за начальный (нулевой) меридиан принят меридиан Гринвича – меридиан, проходивший через ось главного телескопа прежней Гринвичской обсерватории (существовала 278 лет 1675÷1953 гг.) в предместье г. Лондона (Англия). С 1953 г. новая Гринвичская обсерватория размещена в замке Херстмонсо (юг Англии в 15 км от побережья пролива Ла-Мани к востоку от нулевого меридиана на 20'25").

Теперь становится ясно, что, для того, чтобы сориентировать наблюдателя на поверхности Земли, необходимо знать – на какой параллели и на каком меридиане в данное время находится этот наблюдатель, т.е. знать его географические координаты:

- **географическую широту (параллель);**
- **географическую долготу (меридиан):**

1.2 Географические координаты

В системе географических координат, координатными осями являются:

земной экватор;

начальный (Гринвичский) меридиан.

Координатами в географической системе координат являются:

- **географическая широта – φ (Ш);**
- **географическая долгота – λ (Д).**

Географическая широта – угол при центре Земли между плоскостью экватора и нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке.

Этот угол измеряется дугой меридиана от экватора до параллели данной точки.

Географическую широту обозначают символом « φ » (**фи**) или «Ш».

Счет широты ведется от экватора к северному (P_N) или южному (P_S) полюсам. Предел изменения широты от 0° до 90° (на экваторе $\varphi = 0^\circ$, на полюсах $\varphi = 90^\circ$).

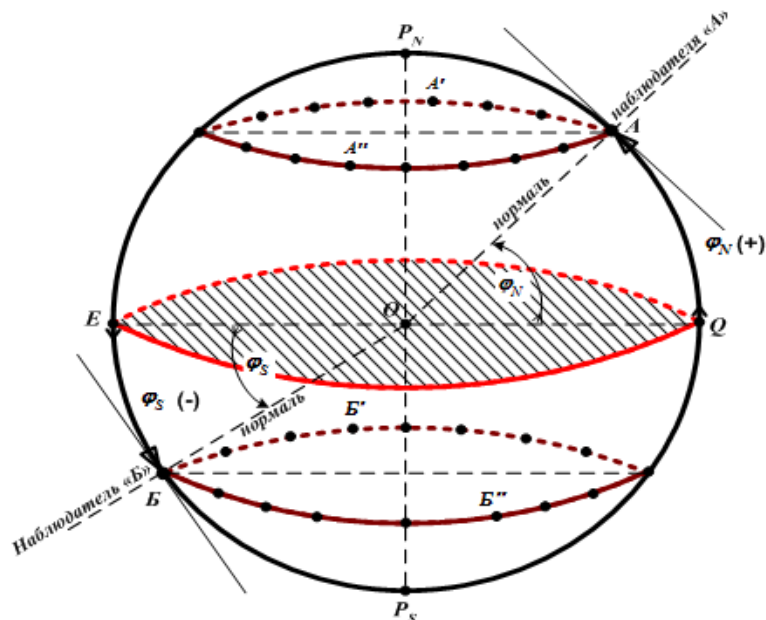


Рис. 2 Географическая широта

Если точка (т. *A* рис.2) находится в северном полушарии, то широте дается наименование **северная (нордовая)** и обозначается буквой *N* (**С**); а при вычислениях северная или нордовая широта имеет знак «+».

Если же точка (т. *B* рис.2) находится в южном полушарии, то широте дается наименование **южная (зюйдовая)** и обозначается буквой *S* (**Ю**), а при вычислениях южная или зюйдовая широта имеет знак «-».

Географическая долгота – двугранный угол между плоскостью Гринвичского (начального) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

Этот двугранный угол измеряется сферическим углом при полюсе между указанными меридианами или же – географическая долгота измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского меридиана до меридиана данной точки.

Географическую долготу обозначают буквой « λ » (**лямбда**) или «Д».

Счет долгот ведется от нулевого (Гринвичского) меридиана к востоку (к исту) и западу (весту).

Пределы изменения долготы от 0° до 180° (рис. 3).

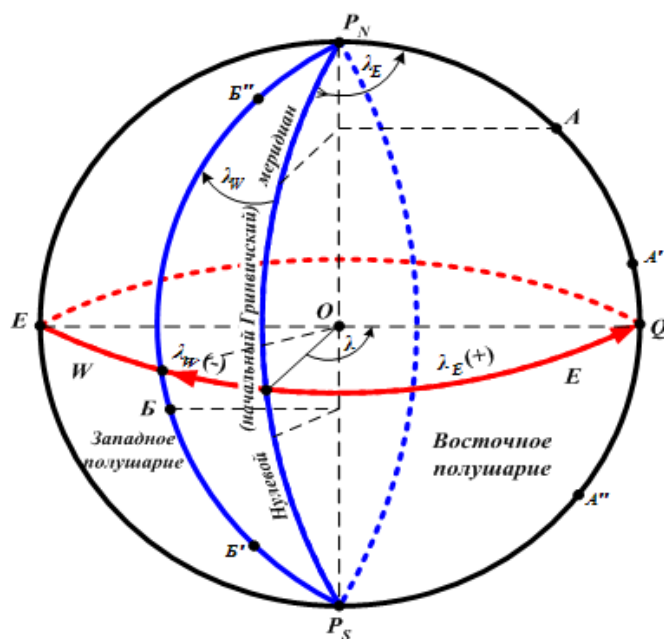


Рис.3 Географическая долгота

Если точка (т. *A*) находится в восточном (истовом) полушарии, то ее долготе дается наименование **восточная (истовая)** и обозначается буквой **E** (ист), а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Если же точка (т. *B*) находится в западном полушарии, то ее долготе дается наименование **западная (вестовая)** и обозначается буквой **W** (вест), а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Все точки, находящиеся на одной и той же половине меридиана имеют одну и ту же долготу ($\lambda_A = \lambda_{A'} = \lambda_{A''}$; $\lambda_B = \lambda_{B'} = \lambda_{B''}$). Долготы точек, находящихся на противоположной стороне этого меридиана, отличаются от первых на 180° .

Система географических координат является наиболее распространенной и применяется при различных вычислениях и практической деятельности.

Все системы координат взаимосвязаны между собой на основе математических зависимостей.

Если судно перемещается в направлении северного полюса P_N (рис.4 судно № 2), то разности широт ($\Delta\varphi$) дается наименование «к северу» («к норду»), и обозначается – к *N*, а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Если же судно перемещается в направлении южного полюса P_S (рис. 4 судно № 1), то разности широт ($\Delta\varphi$) дается наименование «к югу» («к зюйду»), и обозначается – к *S*, а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Разность широт измеряется в пределах от 0° до $\pm 180^\circ$ (к *N* или к *S*).

Разностью долгот называется изменение долготы (λ) при переходе судна из одного пункта в другой и сокращенно обозначается как:

$\Delta\lambda$ – основное обозначение, или

РД – запасное обозначение.

Разность долгот ($\Delta\lambda$) измеряется меньшей дугой экватора, заключенной между меридианами пунктов отхода и прихода.

$$(РД)\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 - \text{формула алгебраическая.}$$

Если судно перемещается к востоку (восточная долгота увеличивается, западная долгота уменьшается), то разности долгот дается наименование «к востоку» («к исту»), и обозначается – к *E*, а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Если же судно перемещается к западу (восточная долгота уменьшается, западная долгота увеличивается), то разности долгот дается наименование «к западу» («к весту»), и обозначается – к *W*, а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Разность долгот измеряется в пределах от 0° до 180° (к *E* или к *W*).

Определение направлений в море

Основные линии и плоскости наблюдателя

Как нанести по координатам (φ , λ) точку на карту; как снять с карты координаты (φ , λ); как рассчитать разность широт ($\Delta\varphi$) и разность долгот ($\Delta\lambda$) между пунктами отхода и прихода – все эти вопросы мы уже рассмотрели.

Но судно, находясь в море, не стоит на месте а, большей частью, находится в постоянном движении. Для того, чтобы знать направление этого движения, а также направления с судна на различные предметы (навигационные ориентиры, соседние суда и т.д.) нужно выбрать такие линии и плоскости, принимаемые за исходные, от которых можно было бы вести отсчет этих направлений.

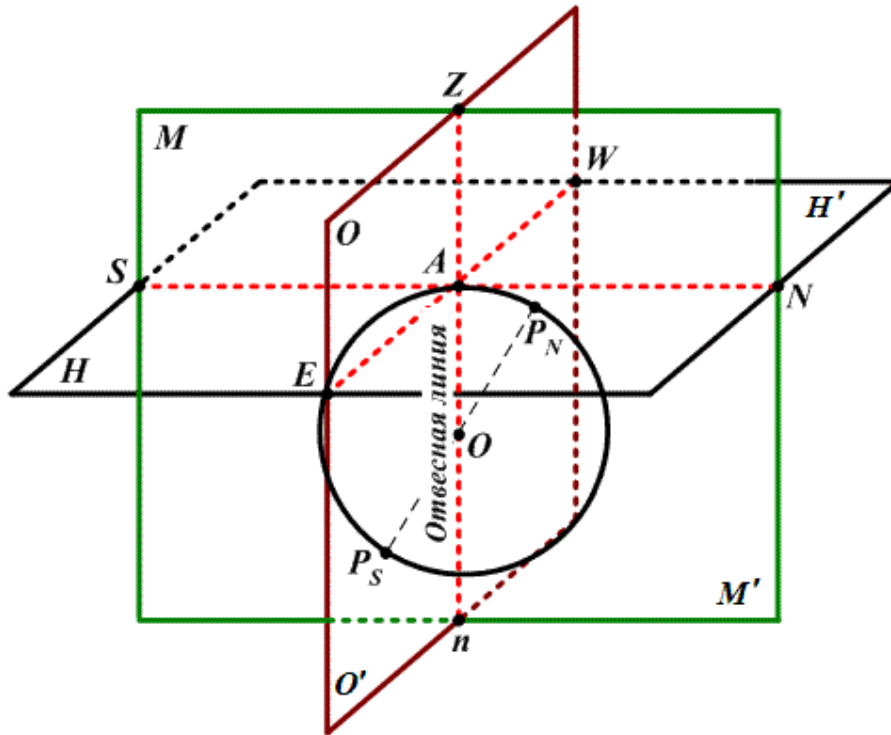


Рис. 5 Основные линии и плоскости наблюдателя

Построим (рис.5) земной эллипсоид (земную сферу) и предположим, что наблюдатель находится на Гринвичском (начальном) меридиане в верхней части сферы (т. А).

Отметим на земной сфере:

- т. O – центр сферы
- линия $P_N P_S$ – ось Земли
- точки P_N и P_S – северный и южный географические полюсы.

Через место наблюдателя (т. А) и центр Земли (т. O) проведем прямую – **отвесную линию** (ZAO_n), тогда:

- отвесная линия, проходящая через точку наблюдателя, показывает направления:
- над головой наблюдателя – на точку Z – **зенит** наблюдателя;
- в противоположную сторону – на точку n – **надир** наблюдателя.

Через место наблюдателя (т. А) перпендикулярно отвесной линии (ZAO_n) проведем плоскость $H-H'$, тогда:

горизонтальная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через место (глаз) наблюдателя называется плоскостью истинного горизонта наблюдателя.

Надгоризонтная часть – все, что находится над истинным горизонтом и «видимо» для наблюдателя.

Подгоризонтная часть – все, что находится под истинным горизонтом и «скрыто» от наблюдателя.

Построим плоскость $M-M'$, проходящую через место наблюдателя и полюсы Земли (P_N и P_S), тогда:

вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли, называется плоскостью истинного меридиана наблюдателя.

Плоскость истинного меридиана наблюдателя ($ИМН$) пересекает плоскость истинного горизонта наблюдателя ($ИГН$) по прямой линии ($N-S$), называемой **линией истинного меридиана наблюдателя** ($ИМН$) или полуденной линией (рис.5 линия NAS).

Часть линии $ИМН$ – линия $A-N$ – северная часть $ИМН$; другая ее часть – линия $A-S$ – южная часть $ИМН$.

Линия $ИМН$ соответствует направлению (от наблюдателя) на северный (P_N) и южный (P_S) полюсы.

На этом основании точка истинного горизонта наблюдателя, определяющая направление на северный полюс (P_N), обозначается как N («норд»), а противоположная ей как S («зюйд»).

Проведем теперь вертикальную плоскость ($O-O'$), которая пройдет через отвесную линию (ZO_n) перпендикулярно плоскости $ИМН$ ($M-M'$), тогда:

вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскости $ИМН$, называется плоскостью I-го вертикала наблюдателя.

Плоскость I-го вертикала наблюдателя ($O-O'$) пересекает плоскость истинного горизонта наблюдателя ($H-H'$) по линии, указывающей направление на восток – т. E («ист») и запад – т. W («вест»).

Направления N («норд»), S («зюйд»), E («ист»), W («вест») называются **главными направлениями** («главными румбами»).

Для каждой точки земной поверхности главные направления занимают вполне определенное положение (рис.6).

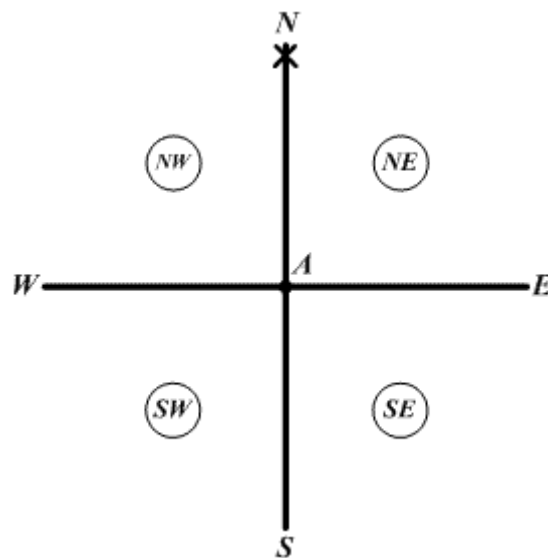


Рис.6 Главные направления

Главные направления делят плоскость *ИГН* на 4 равные четверти: *NE, SE, SW, NW*.

Любое направление на поверхности Земли может быть измерено наблюдателем углом в плоскости *ИГН* от линии *N-S* меридиана.

Для определения направлений в плоскости *ИГН* используются три системы деления горизонта, три системы счета направлений (*круговая, полукруговая, четвертная*).

Мы рассмотрим только круговую систему счета направлений а также познакомимся с румбовой системой счета.

ь судоводителя непосредственно связана с определением направления движения судна, а также с определением направлений на подвижные (соседние корабли, суда, самолеты, вертолеты) и неподвижные (береговые ориентиры, буи, бочки и пр.) объекты.

Рассмотрим, как эти направления определяются?

Направление движения судна характеризуется *его истинным курсом*.

Покажем это на *рис. 9* для чего:

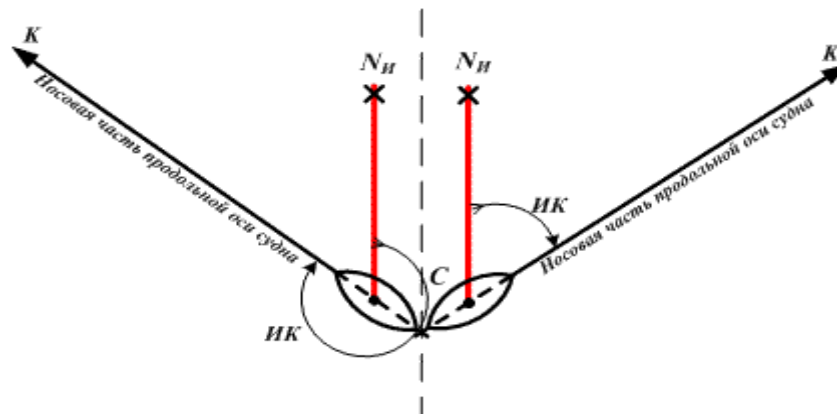


Рис. 9 Истинный курс судна

- проведем северную часть истинного меридиана наблюдателя, находящегося на судне \rightarrow C-НИ;
- продолжим носовую часть продольной оси симметрии судна \rightarrow C-К, тогда:

истинный курс судна есть ничто иное, как направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и носовой частью продольной оси судна.

Истинный курс судна измеряется в круговой системе счета направлений от 0° до 360° (по часовой стрелке) и обозначается – как ***ИК***.

Направление на объект наблюдения определяется или относительно носовой части продольной оси судна (курсовой угол), или относительно северной части истинного меридиана наблюдателя (истинный пеленг).

Истинным пеленгом называется горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект (рис. 10).

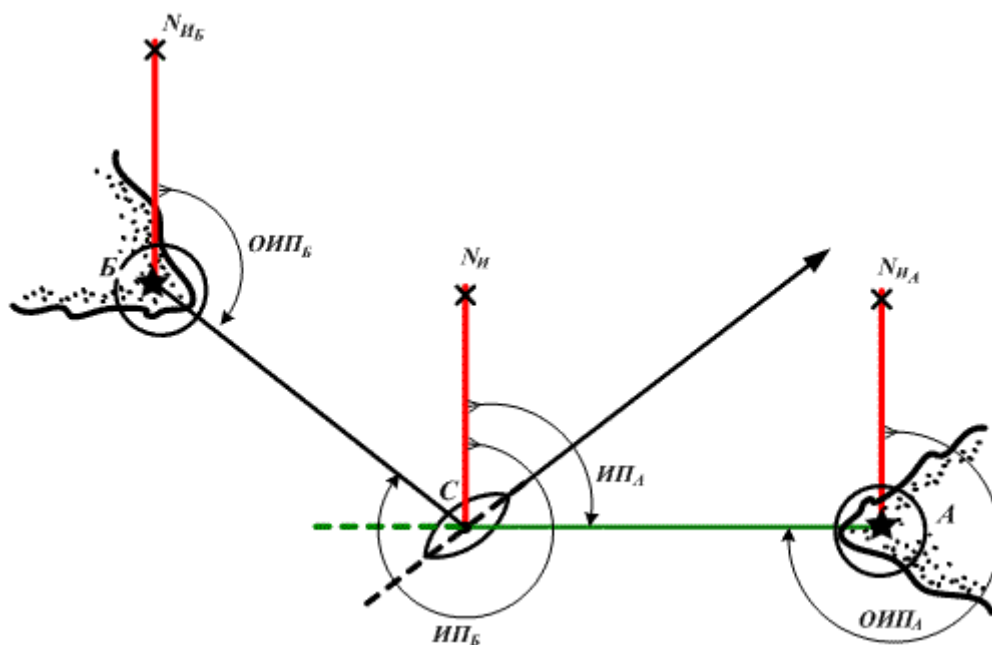


Рис. 10 Истинный пеленг на ориентир

Истинный пеленг, также как и истинный курс, измеряется в круговой системе счета направлений от 0° до 360° по часовой стрелке и обозначается как **ИП**.

Обратный истинный пеленг (ОИП) – это направление, отличающееся от истинного пеленга на 180° .

Если **ИП** на маяк 95° , то **ОИП** (с маяка на судно) 275° (рис. 10)

$$ОИП = ИП \pm 180^\circ$$

Курсовым углом называется горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между носовой частью продольной оси судна (**ДП** судна) и направлением из точки наблюдения на объект (ориентир).

Курсовой угол измеряется в полукруговой системе счета направлений от 0° до 180° левого (**л/б**) и правого (**пр/б**) бортов (рис. 11).

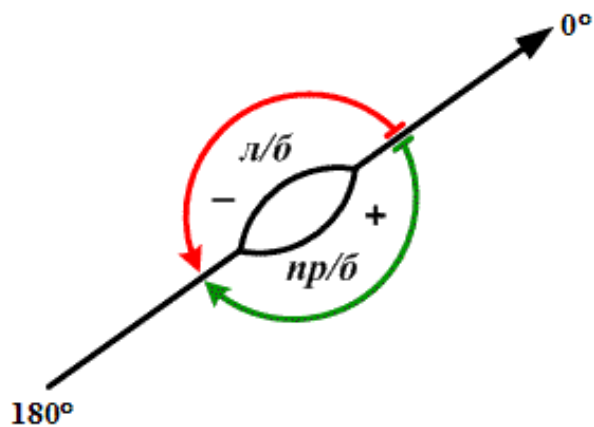


Рис. 11 Курсовой угол

Курсовой угол обозначается – как *КУ* или *q*.

При вычислениях курсовому углу правого борта (*КУ пр/б*) придается знак «+», а курсовому углу левого борта (*КУ л/б*) знак «-».

Курсовые углы, равные 90° (90° пр/б, 90° л/б) получили название «*траверзных*» курсовых углов.

Курсовые углы, равные 45° (45° пр/б, 45° л/б) – «*крамбола*».

Курсовые углы, равные 135° (135° пр/б, 135° л/б) – «*раковина*» или «*подзор*».

Все истинные направления (*ИК, ИП, КУ*) связаны между собой соотношениями, которые легко установить из (*рис. 12*)

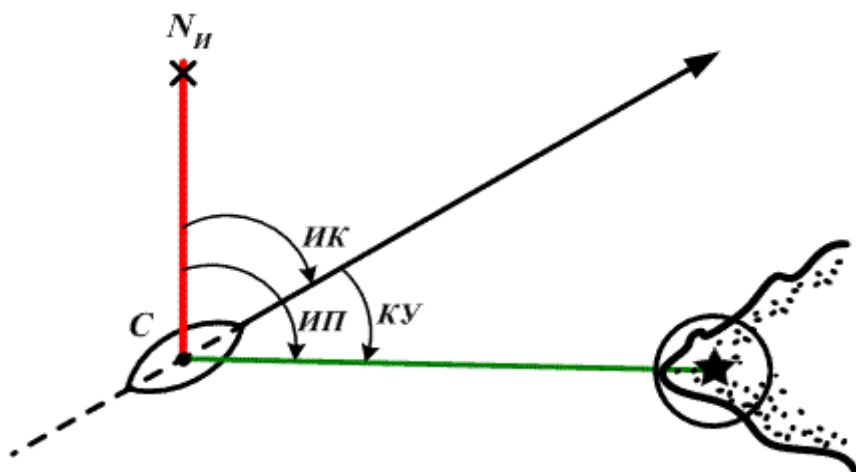


Рис. 12 Истинные направления

$$ИП = ИК + КУ$$

$$ИК = ИП - КУ$$

$$КУ = ИП - ИК$$

Формулы алгебраические.

При решении задач по данным формулам необходимо знать, что:

Если при вычислениях *ИК* или *ИП* получается результат более 360° , то из полученного результата необходимо вычесть 360° .

Например: $ИК = 270^\circ$, $КУ = 130^\circ$ пр/б, $ИП = ?$

$$ИП = ИК + КУ = 270^\circ + 130^\circ = 400^\circ - 360^\circ = 40^\circ$$

Ответ: $ИП = 40^\circ$.

Если при вычислениях *ИК* или *ИП* получится отрицательный результат, необходимо к полученному результату прибавить 360° .

Например: $ИК = 40^\circ$, $КУ = 70^\circ$ л/б, $ИП = ?$

$$ИП = ИК + КУ = 40^\circ + (-70^\circ) = 40^\circ - 70^\circ = -30^\circ + 360^\circ = 330^\circ$$

Ответ: $ИП = 330^\circ$.

Если при вычислениях значение курсового угла (*КУ*) получается более 180° , то необходимо полученный результат отнять от 360° , а наименование *КУ* изменить на противоположное.

Например: $ИП = 340^\circ$, $ИК = 40^\circ$, $КУ = ?$

$$КУ = ИП - ИК = 340^\circ - 40^\circ = 300^\circ \text{ пр/б}, 360^\circ - 300^\circ = 60^\circ \text{ л/б}$$

Ответ: $КУ = 60^\circ$ л/б.

Устройство штурманского транспортира.

Транспортир штурманский служит для измерения направлений в море на карте относительно истинного меридиана и представляет из себя **полукруг, разделенный на 180°** с линейкой, расположенной по диаметру круга. На середину внутреннего среза линейки нанесен **центральный штрих**, являющийся центром транспортира. Полукруг транспортира разбит на градусные деления. **Надписи десятков градусов сделаны двойными цифрами, обозначающими взаимно противоположные направления** (рис. 13).

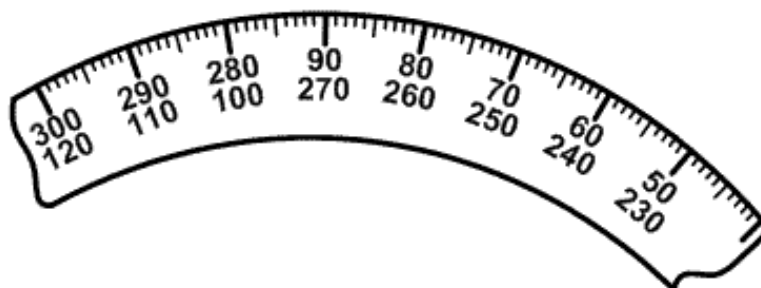


Рис. 13 Оцифровка транспортира штурманского

А как провести на карте линию по заданному направлению?

Проведение на карте линии заданного направления

Для проведения на карте линии по заданному направлению необходимо (рис.14):

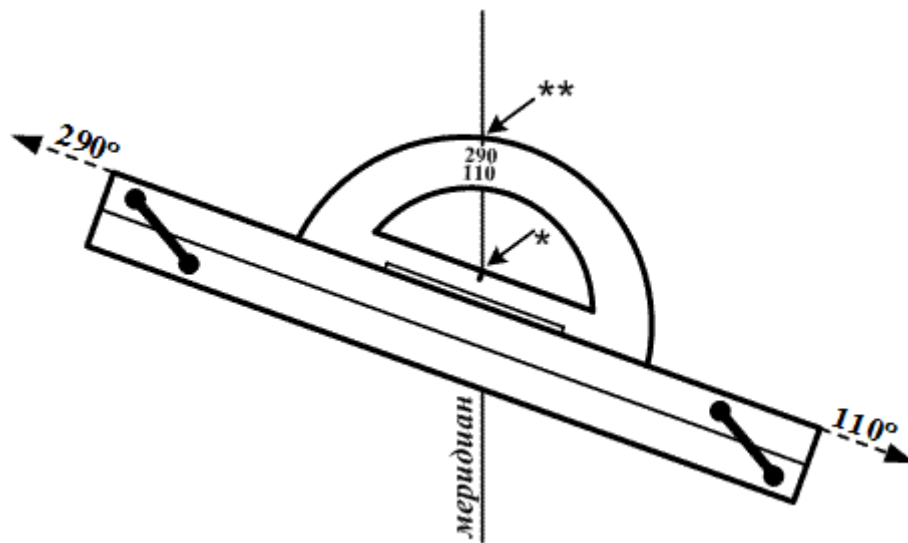


Рис. 14 Проведение на карте линии заданного направления

- 1.** К ближайшему от точки (из которой будет проводиться линия заданного направления) меридиану прикладываем транспортир с параллельной линейкой таким образом, **чтобы на меридиане находился центральный штрих транспортира и значение заданного направления**. Параллельная линейка должна плотно прилегать верхним своим срезом к нижней кромке транспортира.
- 2.** Удерживая параллельную линейку отодвигаем транспортир в сторону.
- 3.** Последовательным перемещением верхней и нижней частей параллельной линейки добиваемся совмещения верхнего среза линейки с точкой, из которой должна быть проведена линия заданного направления.
- 4.** От точки по срезу линейки проводим карандашом линию, которая и будет соответствовать заданному направлению (перед тем как проводить линию необходимо убедиться, что она будет проведена именно в ту, а не в обратную сторону).

Для определения направления проложенной на карте линии необходимо:

Приложить параллельную линейку (ее верхний срез) к линии на карте, направление которой (линии) необходимо снять.

К верхнему срезу линейки приложить транспортир так, чтобы центральный штрих совпал с меридианом (рис. 14) и снять отсчет со шкалы транспортира:

- **если линия направлена вверх** – отсчет необходимо снимать **с внешней оцифровки** шкалы (290°);
- **если линия направлена вниз** – отсчет необходимо снимать **с внутренней оцифровки** шкалы транспортира (110°).