

**Колледж Государственного
университета морского и
речного флота
имени адмирала С.О.
Макарова**

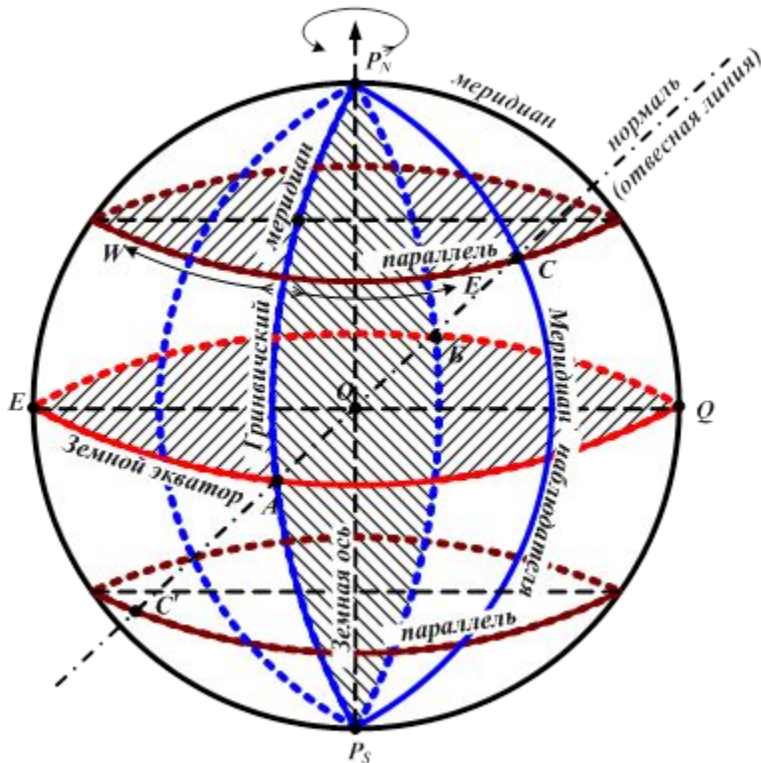
НАВИГАЦИЯ И ЛОЦИЯ

**ПМ.01 УПРАВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
СУДНА**

**МДК.01.01 Навигация, навигационная
гидрометеорология и лоция**

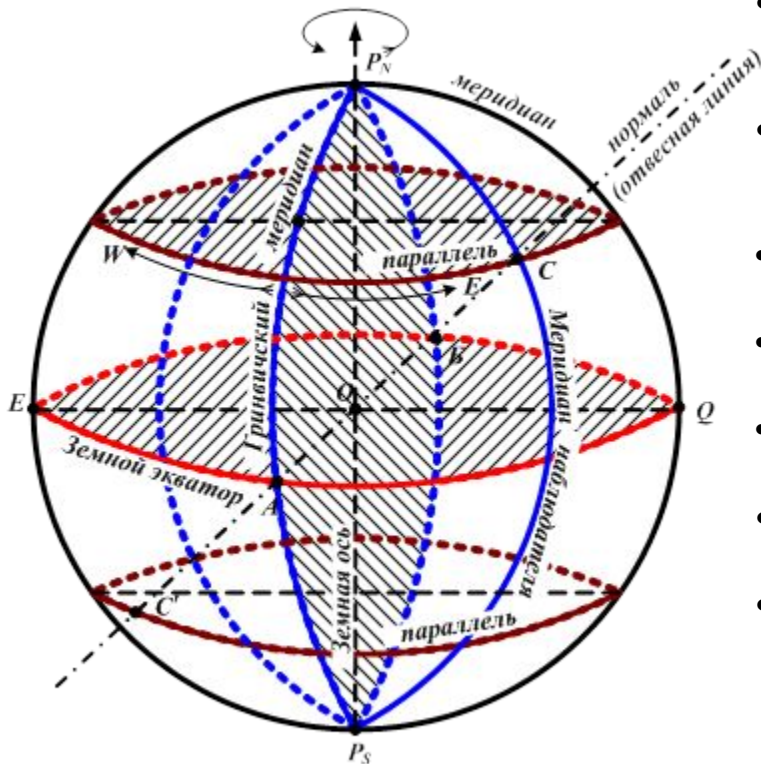
Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли

Земли



- **Земная ось** – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение ($\approx 0,5$ км/с = $0,464$ 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 (линия $EAQB$) делит земной шар на два полушария:
- северное полушарие (с P_N);
- южное полушарие (с P_S).

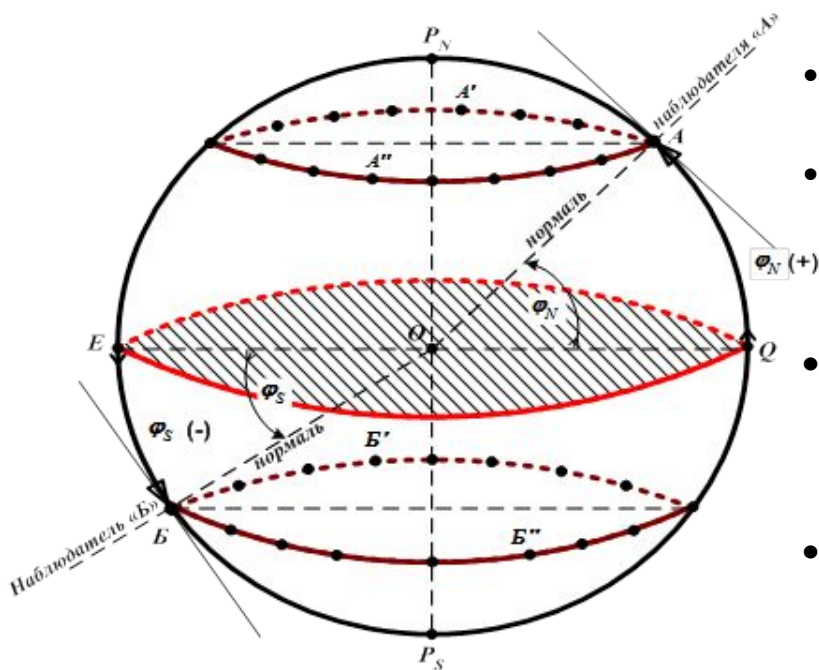
Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли



- **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.

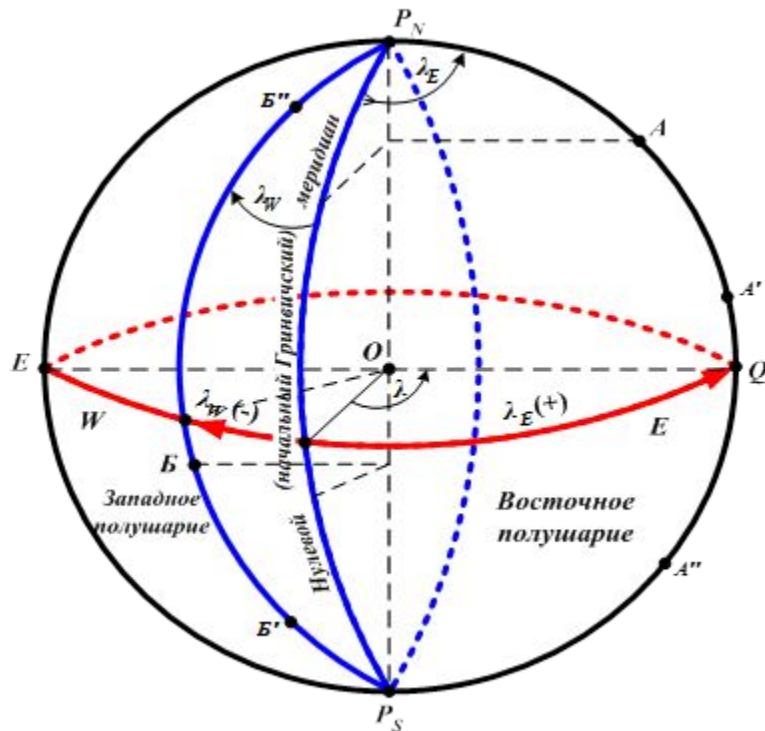
Географические координаты.

Разности широт и долгот



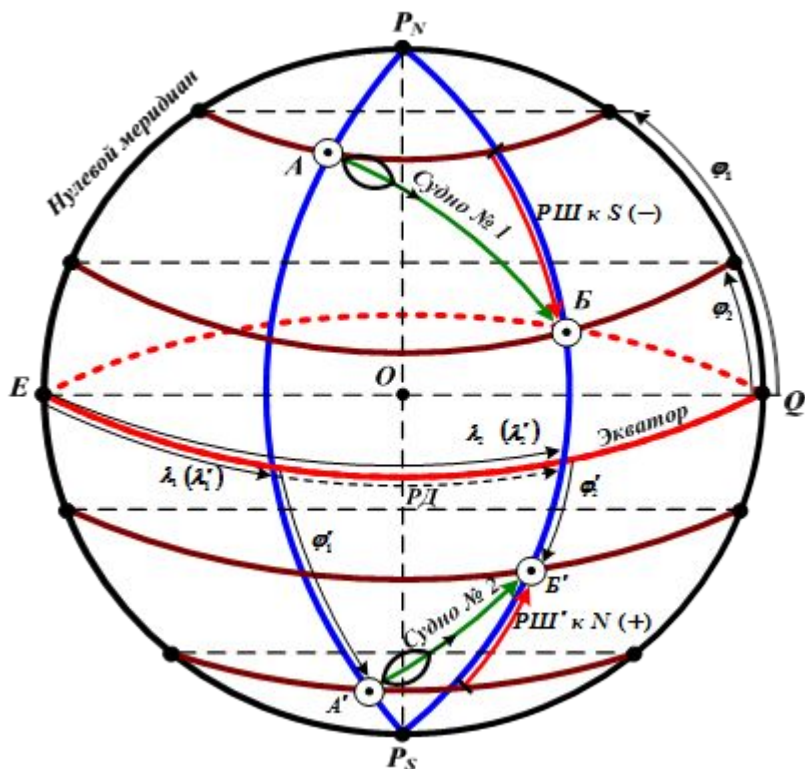
- **Географическая широта** – угол при центре Земли между плоскостью экватора и нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке.
- Этот угол измеряется дугой меридиана от экватора до параллели данной точки.
- Географическую широту обозначают символом « ϕ » (**фи**) или «**Ш**».
- Счет широты ведется от экватора к северному (P_N) или южному (P_S) полюсам. Предел изменения широты от 0° до 90° (на экваторе $\phi = 0^\circ$, на полюсах $\phi = 90^\circ$).
- **северная (нордовая)** и обозначается буквой N (**С**); а при вычислениях северная или нордовая широта имеет знак «+».
- **южная (зюйдовая)** и обозначается буквой S (**Ю**), а при вычислениях южная или зюйдовая широта имеет знак «-».

Географическая долгота



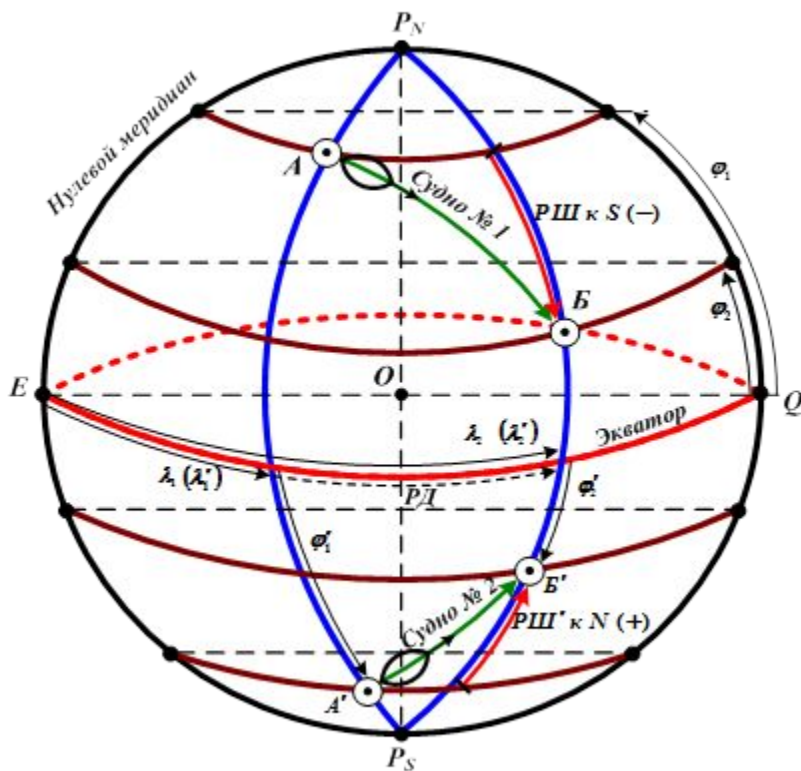
- **Географическая долгота** – двугранный угол между плоскостью Гринвичского (начального) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.
- Этот двугранный угол измеряется сферическим углом при полюсе между указанными меридианами или же – географическая долгота измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского 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°**
- Если точка (т. А) находится в восточном (истовом) полушарии, то ее долготе дается наименование **восточная (истовая)** и обозначается буквой **Е** (ист), а при вычислениях ей приписывается знак «+».
- Если же точка (т. В) находится в западном полушарии, то ее долготе дается наименование **западная (вестовая)** и обозначается буквой **W** (вест), а при вычислениях ей приписывается знак «-».
-

Разность широт



- Изменение широты (ϕ), при переходе судна из одного пункта в другой будет называться **разностью широт** и сокращенно обозначается как $\Delta\phi$ – основное обозначение или как **РШ** – запасное обозначение.
- Разность широт ($\Delta\phi$) измеряется отрезком дуги (меньшей дуги) меридиана между параллелями пунктов отхода и прихода.
- – **формула алгебраическая.** (1.1)
- Если судно перемещается в направлении северного полюса P_N (рис. 1.4 судно № 2), то разности широт ($\Delta\phi$) 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. 1.4 судно № 1), то разности широт ($\Delta\phi$) дается наименование «**к югу**» («**к зюиду**»), и обозначается – к **S**, а при вычислениях ей приписывается знак «-».
- Разность широт измеряется в пределах от 0° до $\pm 90^\circ$ (к **N** или к **S**).

Разность долгот



- **Разностью долгот** называется изменение долготы (λ) при переходе судна из одного пункта в другой и сокращенно обозначается как $\Delta\lambda$ – основное обозначение, или как РД
- Разность долгот ($\Delta\lambda$) измеряется меньшей дугой экватора, заключенной между меридианами пунктов отхода и прихода.
- – формула алгебраическая.
- – 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 **Е**, 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 «-».

Практическая работа №1

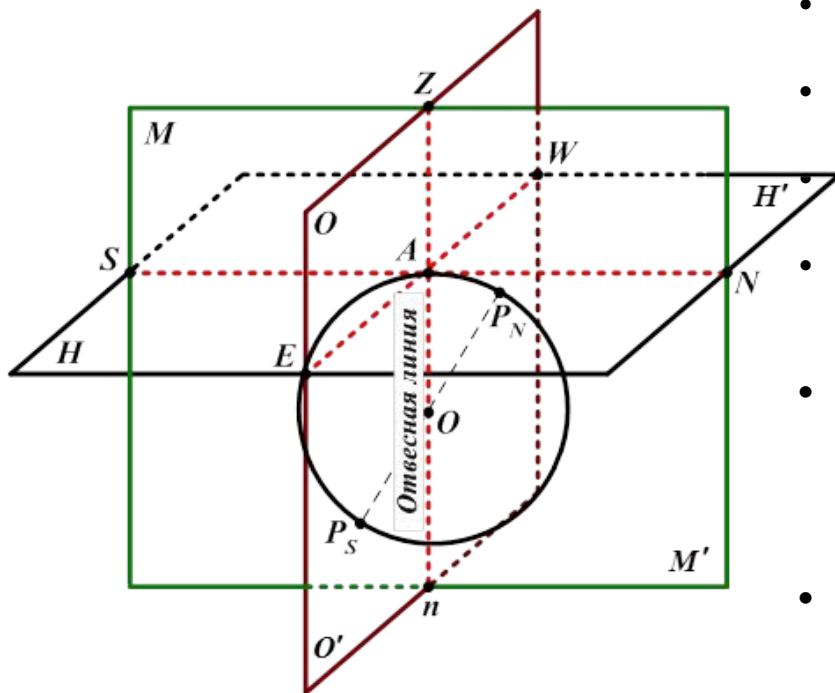
Разность широт

- **Пример 1:** $\phi_1' = 75^\circ 00,0'S$, $\phi_2' = 25^\circ 00,0'S$ (судно № 2), тогда:
 - $RШ' (\Delta\phi') = \phi_2' - \phi_1' = -25^\circ 00,0' - (-75^\circ 00,0') = +50^\circ 00,0'$ или $50^\circ 00,0'$ к *N*.
- **Пример 2:** $\phi_1 = 70^\circ 00,0'N$, $\phi_2 = 45^\circ 00,0'N$ (судно № 1), тогда:
 - $RШ (\Delta\phi) = \phi_2 - \phi_1 = 45^\circ 00,0' - (+70^\circ 00,0') = -25^\circ 00,0'$ или $25^\circ 00,0'$ к *S*.

Разность долгот

- **Пример 1:** $\lambda_1 = 85^\circ 00,0'E$, $\lambda_2 = 130^\circ 00,0'E$ (рис. 1.4 оба судна), тогда:
 - $(PД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 130^\circ 00,0' - (+85^\circ 00,0') = +45^\circ 00,0'$ или $45^\circ 00,0'$ к *E*.
- **Пример 2:** $\lambda_1 = 85^\circ 00,0'E$, $\lambda_2 = 130^\circ 00,0'E$ (рис. 1.4 оба судна), тогда:
 - $(PД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 130^\circ 00,0' - (+85^\circ 00,0') = +45^\circ 00,0'$ или $45^\circ 00,0'$ к *E*.

Основные линии и плоскости наблюдателя

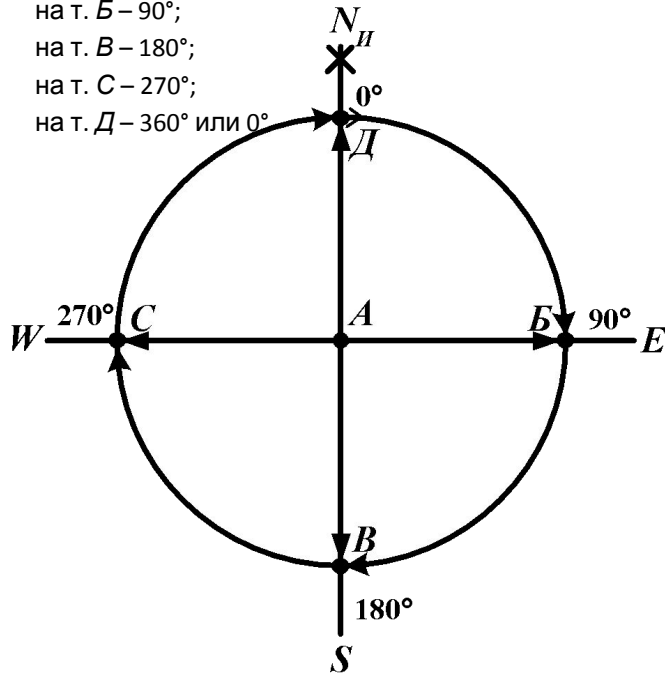


- Через место наблюдателя (т. A) и центр Земли (т. O) проведем прямую – **отвесную линию** (ZAO_n), тогда:
- отвесная линия, проходящая через точку наблюдателя, показывает направления:
- а) – над головой наблюдателя – на точку Z – **зенит** наблюдателя;
- б) – в противоположную сторону – на точку n – **надир** наблюдателя.
- Через место наблюдателя (т. A) 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.**
- **вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли, называется плоскостью истинного меридиана наблюдателя.**
- **вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскости ИМН, называется плоскостью I-го вертикала наблюдателя.**
- Направления N («норд»), S («зюйд»), E («ист»), W («вест») называются **главными**

Системы счета направлений

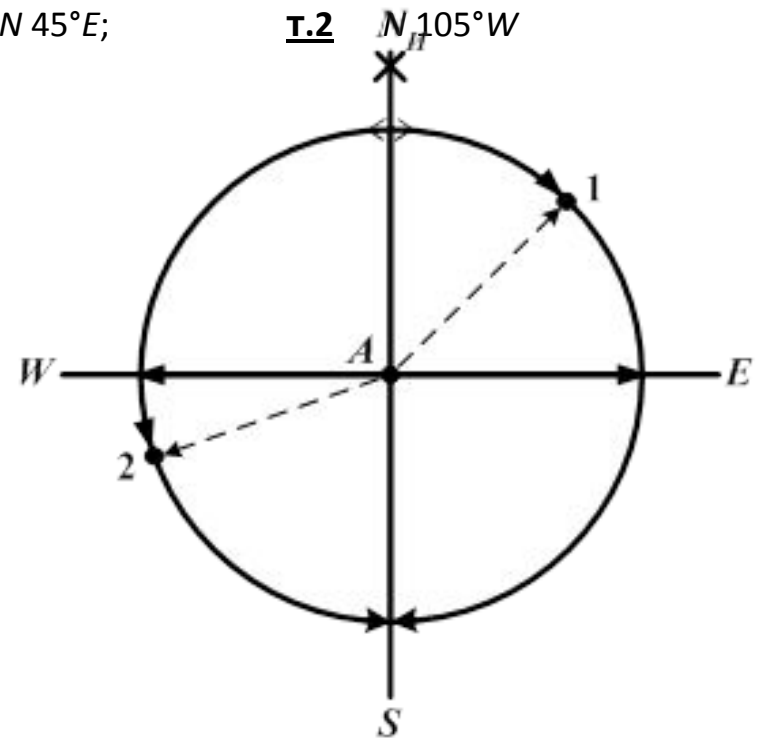
Круговая система счета направлений

- Наблюдатель (т. А) – в центре.
- Тогда направления:
 - на т. В – 90° ;
 - на т. С – 180° ;
 - на т. D – 270° ;
 - на т. А – 360° или 0° .



Полукруговая система счета направлений

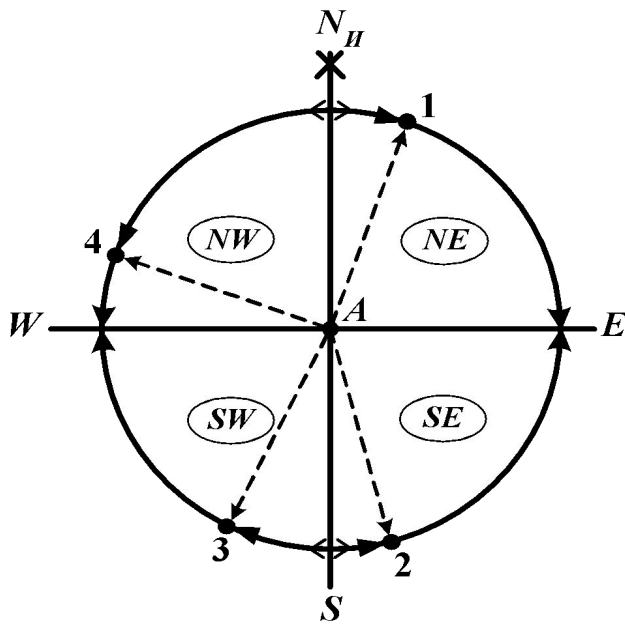
- т.1 $N 45^\circ E$; т.2 $N 105^\circ W$



Системы счета направлений

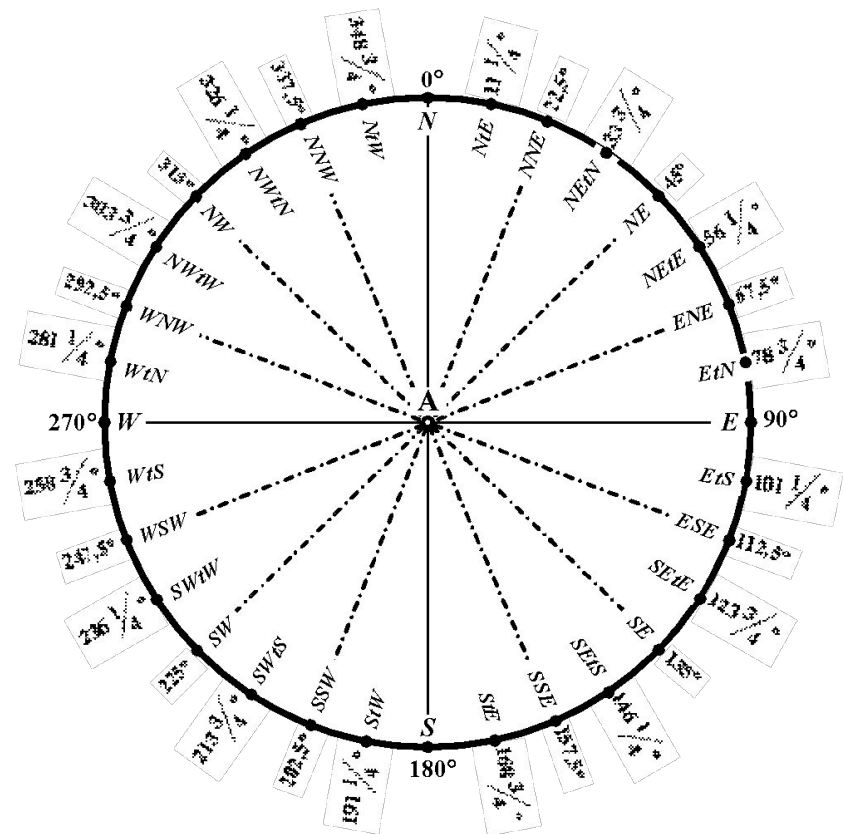
Четвертая система счета направлений

- Т.1 10°NE; 10°SE;
- Т.3 30°SW; 70°NW.



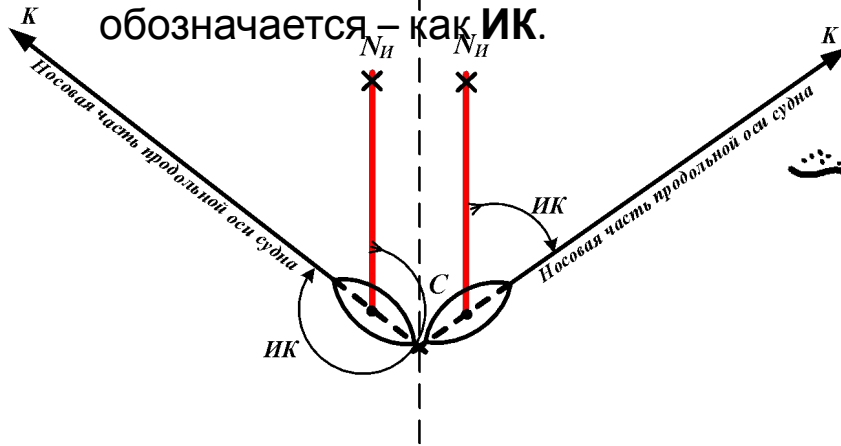
Румбовая система счета направлений

Всего 32 румба-направления. 1 румб = 11¼° (11¼° × 32 = 360°).

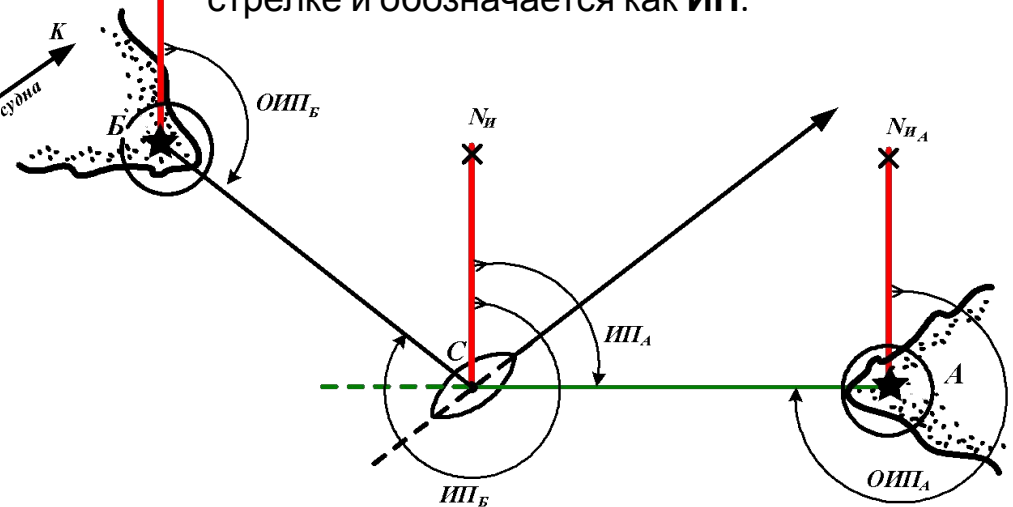


Истинные направления и их соотношения

- **Истинный курс судна** есть 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**.

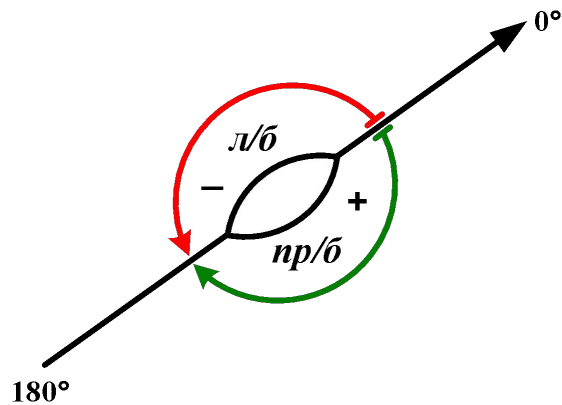


- **Истинным пеленгом** называется горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект
- Истинный пеленг, также как и истинный курс, измеряется в круговой системе счета направлений от 0° до 360° по часовой стрелке и обозначается как **ИП**.

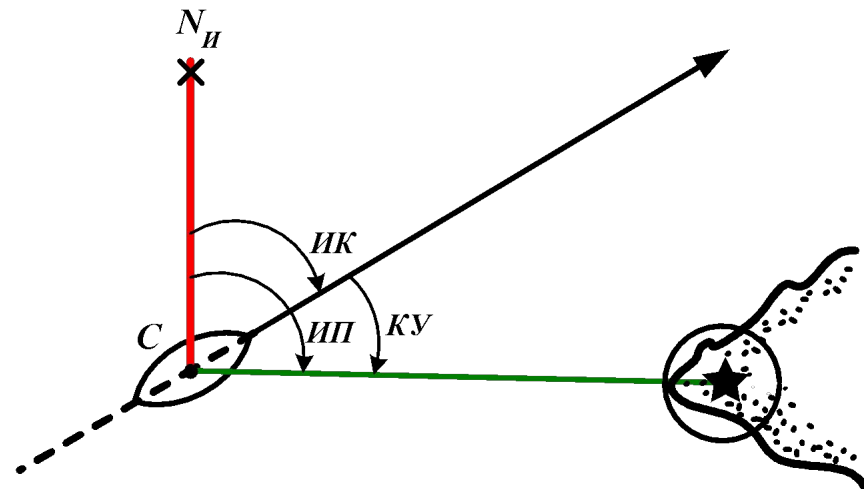


Истинные направления и их соотношения

- 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

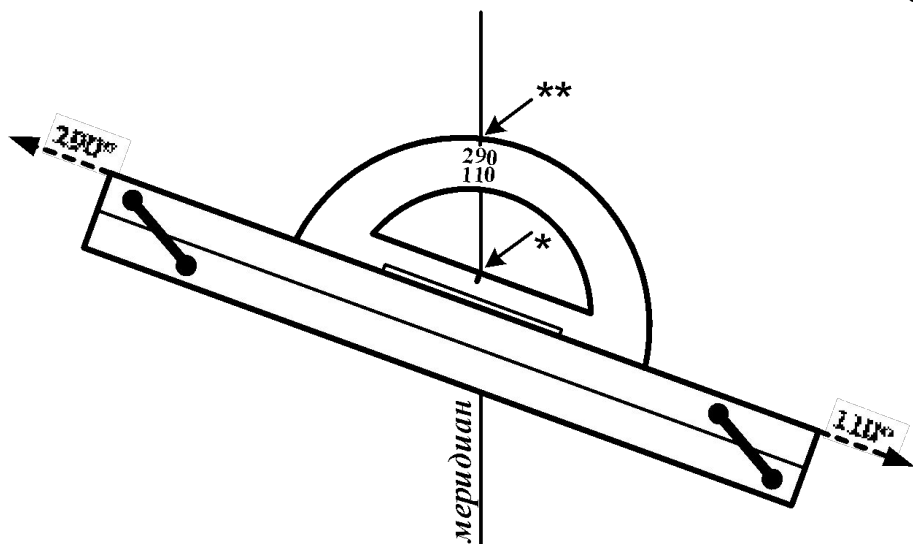


- Если при вычислениях ИК или ИП получается результат более 360° , то из полученного результата необходимо вычесть 360° .
- ИК = 270° , КУ = 130° пр/б, ИП = ?
- ИП = ИК + КУ = $270^\circ + 130^\circ = 400^\circ - 360^\circ = 40^\circ$
- Ответ: ИП = 40° .



Практическая работа №2

- **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.

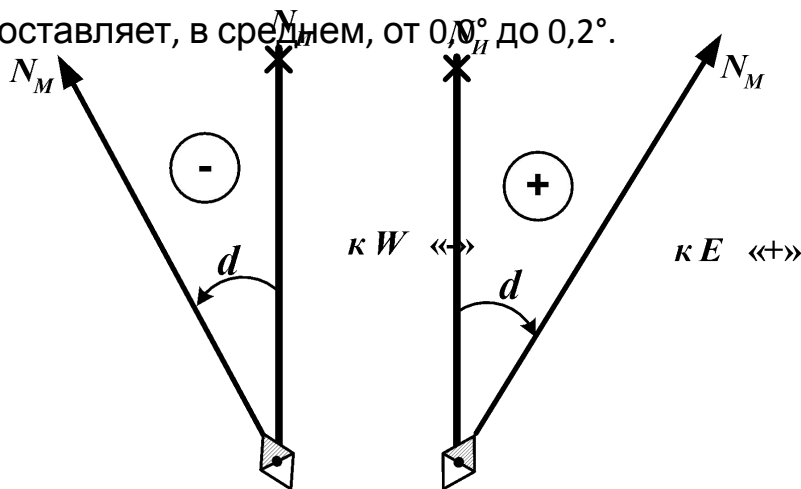


- Для определения направления проложенной на карте линии необходимо:
- Приложить параллельную линейку (ее верхний срез) к линии на карте, направление которой (линии) необходимо снять.
- К верхнему срезу линейки приложить транспортир так, чтобы центральный штрих совпал с меридианом (рис. 2.12) и снять 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°).

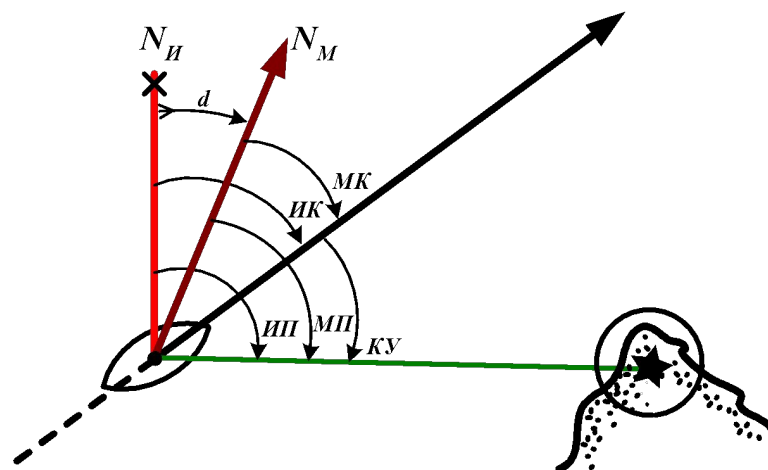
Магнитное склонение.

Девияция магнитного компаса

- Угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью магнитного меридианов называется **магнитным склонением** и обозначается как d
- Магнитное склонение отсчитывается от $N_{И}$ к востоку (E) или западу (W) от 0° до 180° .
- Величина изменения магнитного склонения за один год называется **годовым изменением магнитного склонения** и составляет, в среднем, от $0,1^\circ$ до $0,2^\circ$.

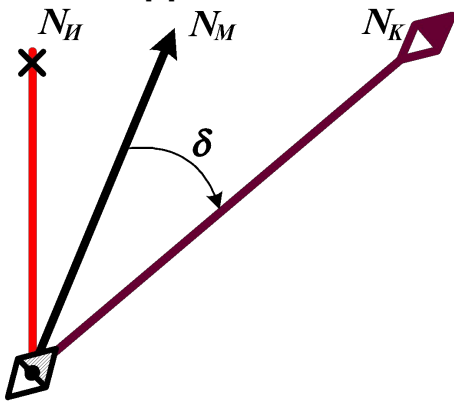


- **Магнитный курс судна** – направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью магнитного меридиана и носовой частью продольной оси судна. Обозначается – МК.
- **Магнитный пеленг** – горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект. Обозначается – МП.



Девияция магнитного компаса

- **Плоскость компасного меридиана** – вертикальная плоскость, проходящая через стрелку магнитного компаса, установленного на судне и перпендикулярная плоскости истинного горизонта наблюдателя.
- **Компасный меридиан ($N_K - S_K$)** – линия пересечения плоскости компасного меридиана с плоскостью истинного горизонта наблюдателя.

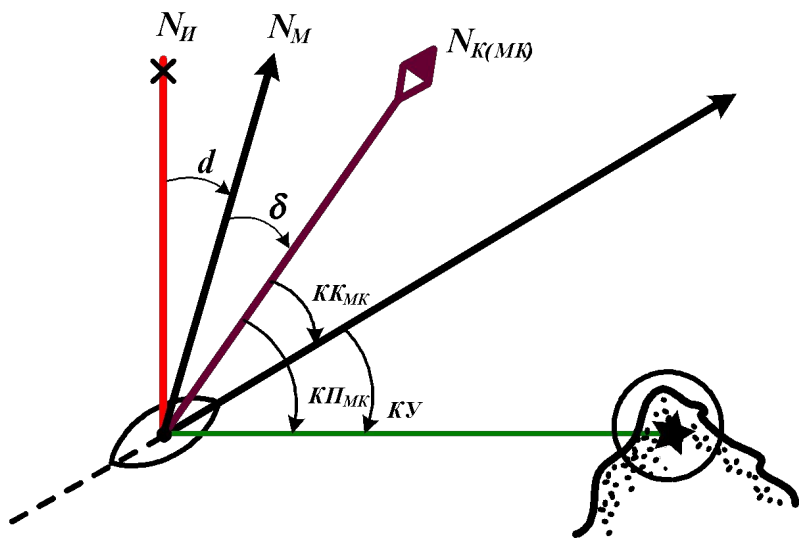


- **Девияция магнитного компаса** – угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северными частями магнитного и компасного меридианов (обозначается символом – δ - дельта)
- Девияция магнитного компаса δ отсчитывается от северной части магнитного меридиана к *E* или к *W* от 0° до 180° .
- При вычислениях **восточную (E)** девиацию принято считать положительной («+»), а **западную (W)** – отрицательной («-»).
- Девияция магнитного компаса δ зависит от многих причин:
 - района плавания;
 - курса судна;
 - состояния корпуса судна;
 - работы электромеханизмов и др

Компасные (по магнитному компасу) направления

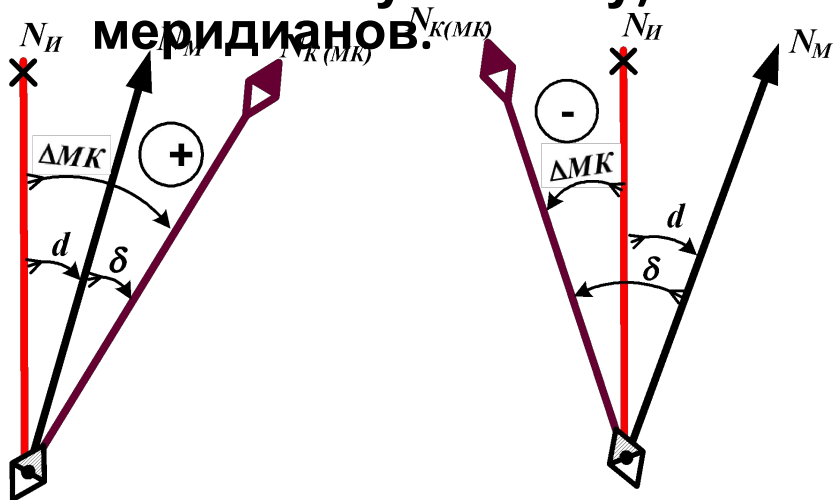
• Направления, измеряемые относительно компасного меридиана называют **компасными направлениями**. К ним относятся: – *компасный курс, компасный пеленг*

- **Компасный курс** (по магнитному компасу) – направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью компасного меридиана магнитного компаса и носовой частью продольной оси судна. Обозначается – $КК_{МК}$.
- **Компасный пеленг** (по магнитному компасу) – горизонтальный угол между северной частью компасного (по магнитному компасу) меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект. Обозначается – $КП_{МК}$.
- Компасные направления по магнитному компасу ($КК_{МК}$ и $КП_{МК}$) измеряются от северной части компасного меридиана магнитного компаса по часовой стрелке от 0° до 360° (круговая система счета направлений). Зависимость между компасными направлениями магнитного компаса и его магнитными направлениями определяется формулами:



Поправка магнитного компаса и ее определение

- **Поправка магнитного компаса** – это горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью компасного (по магнитному компасу) меридианов.



- Обозначается как **$\Delta МК$** . Пределы ее измерения (изменения) от 0° до 180° .
- Если компасный меридиан магнитного компаса () отклонен к востоку (к **E**) от истинного меридиана ($N_{И}$), то поправка магнитного компаса (**$\Delta МК$**) считается положительной и при вычислениях ей придается знак «+».
- Если компасный меридиан магнитного компаса () отклонен к западу (к **W**) от истинного меридиана ($N_{И}$), то поправка магнитного компаса (**$\Delta МК$**) считается отрицательной и при вычислениях ей придается знак «-».

Практическая работа №3

- Задачи на приведение магнитного склонения (d) к году плавания и расчета поправки магнитного компаса (δ) (год плавания – 2008 г.; δ из табл. 3.1)

№ задач	Дано			Ответ		
	Значение d с карты нагод	Годовое изменение d	KK_{MK}	d		
1	4,6°W (1976)	уменьш. 0,1°	5,0°	1,4°W	- 0,5°	- 1,9°
2	4,4°W (1978)	уменьш. 0,05°	15,0°	2,9°W	+ 0,1°	- 2,8°
3	3,6°W (1980)	увелич. 0,01°	25,0°	3,9°W	+ 0,6°	- 3,3°
4	2,4°E (1982)	уменьш. 0,1°	43,0°	0,2°W	+ 1,3°	+ 1,1°
5	3,2°E (1984)	увелич. 0,05°	65,0°	4,4°E	+ 1,9°	+ 6,3°
6	2,8°E (1986)	уменьш. 0,02°	125,0°	2,4°E	+ 1,7°	+ 4,1°
7	4,0°W (1988)	увелич. 0,1°	137,0°	6,0°W	+ 1,4°	- 4,6°
8	3,6°W (1990)	уменьш. 0,05°	158,0°	2,7°W	+ 0,5°	- 2,2°
9	3,0°W (1992)	увелич. 0,02°	165,0°	3,3°W	+ 0,1°	- 3,2°
10	4,0°E (1994)	уменьш. 0,02°	215,0°	3,7°E	- 2,1°	+ 1,6°

Девияция магнитного компыаса

<i>KK°</i>	δ°	<i>KK°</i>	δ°	<i>KK°</i>	δ°	<i>KK°</i>	δ°
0	-0,8	90	+2,1	180	-0,8	270	-3,0
10	-0,2	100	+2,0	190	-1,3	280	-3,0
20	+0,4	110	+1,9	200	-1,6	290	-2,9
30	+0,8	120	+1,8	210	-2,0	300	-2,8
40	+1,2	130	+1,6	220	-2,2	310	-2,6
50	+1,5	140	+1,3	230	-2,5	320	-2,3
60	+1,8	150	+0,9	240	-2,7	330	-2,0
70	+2,0	160	+0,4	250	-2,8	340	-1,6
80	+2,0	170	-0,2	260	-2,9	350	-1,2

Задачи на перевод и исправление румбов

(определить значения: 1. из табл. 3.1; 2. ; 3. **ИК** ; 4. **МК** ; 5. **МП** ; 6. **ИП** ; 7. **КУ**)

№ задач	Дано			Ответ						
	КК _{МК}	КП _{МК}	d на год плав.			ИК	МК	МП	ИП	КУ
1	75,0°	10,0°	1,4°W	+ 2,0°	+ 0,6°	75,6°	77,0°	12,0°	10,6°	65°л/б
2	323,0°	20,0°	1,8°W	- 2,2°	- 4,0°	319,0°	320,8°	17,8°	16,0°	57°пр/б
3	125,0° _δ	30,0°	1,1°E	+ 1,7°	+ 2,8°	127,8°	126,7°	31,7°	32,8°	95°л/б
4	305,0°	40,0°	1,3°W	- 2,7°	- 4,0°	301,0°	302,3°	37,3°	36,0°	95°л/б
5	223,0°	50,0°	1,7°W	- 2,3°	- 4,0°	219,0°	220,7°	47,7°	46,0°	173°л/б
6	205,0°	60,0°	0,8°E	- 1,8°	- 1,0°	204,0°	203,2°	58,2°	59,0°	145°л/б
7	35,0°	70,0°	0,8°E	+ 1,0°	+ 1,8°	36,8°	36,0°	71,0°	71,8°	35°л/б
8	345,0°	80,0°	0,6°W	- 1,4°	- 2,0°	343,0°	343,6°	78,6°	78,0°	95°л/б
9	175,0°	90,0°	0,9°W	- 0,5°	- 1,4°	173,0°	174,5°	89,5°	88,6°	85°л/б
10	165,0°	100,0°	4,1°W	+ 0,1°	- 4,0°	161,0°	165,1°	100,1°	96,0°	65°л/б

Расчет истинных направлений по гирокомпасу и гироазимуту

- *Расчет истинных направлений по гирокомпасу*
- Теоретически главная ось чувствительного элемента (ЧЭ) гирокомпаса (ГК) должна располагаться по направлению линии истинного меридиана.
- Однако, под влиянием сил трения, инструментальных погрешностей и других причин, она отклоняется от плоскости истинного меридиана на некоторый угол и установится в плоскости гироскопического (**гирокомпасного**) меридиана, тогда – угол в плоскости истинного горизонта между северной частью истинного меридиана ($N_{И}$) и северной частью гирокомпасного меридиана () называется **поправкой гирокомпаса**. Обозначается как – **ΔGK** .
- Если гирокомпасный меридиан отклонен от истинного к востоку (к E) , то поправка гирокомпаса считается положительной и при вычислениях ей придается знак «+».
- Если гирокомпасный меридиан () отклонен от истинного меридиана ($N_{И}$) к западу (к W) , то поправка гирокомпаса считается отрицательной и при вычислениях ей придается знак «-».