

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

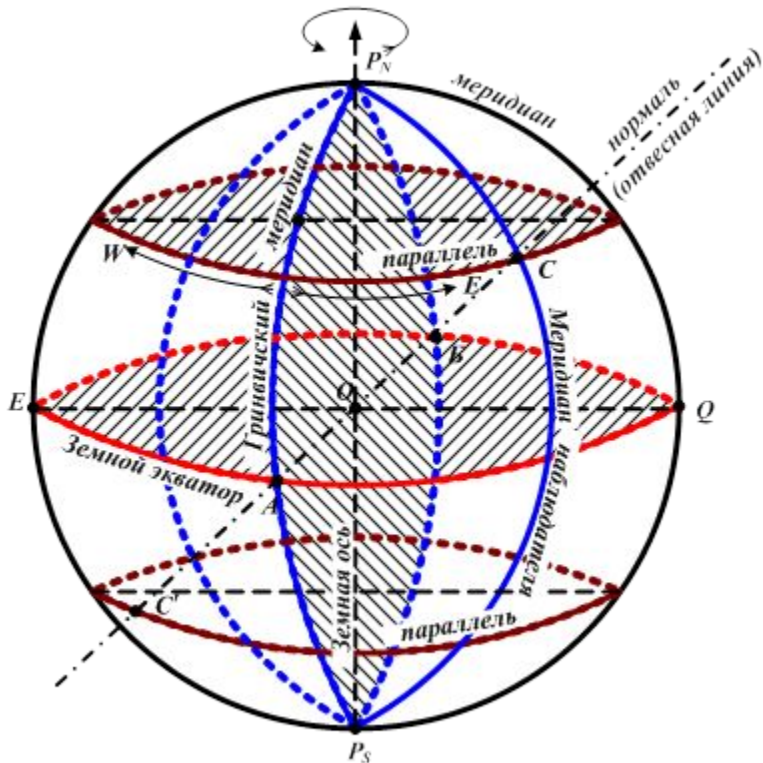
**НАВИГАЦИЯ И ЛОЦИЯ**

**ПМ.01 УПРАВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
СУДНА**

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

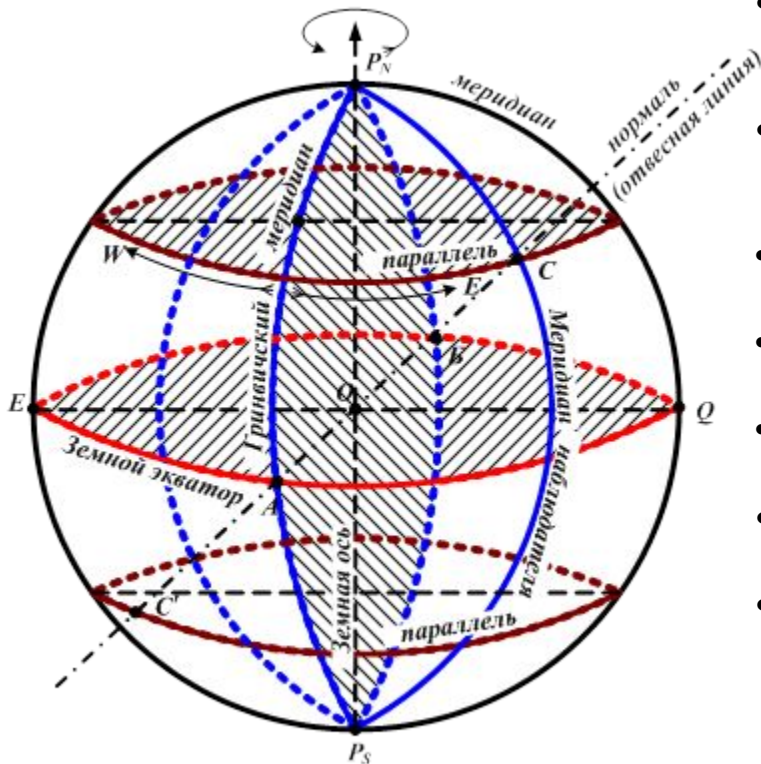
# Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли

## 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  $P_S$ ).

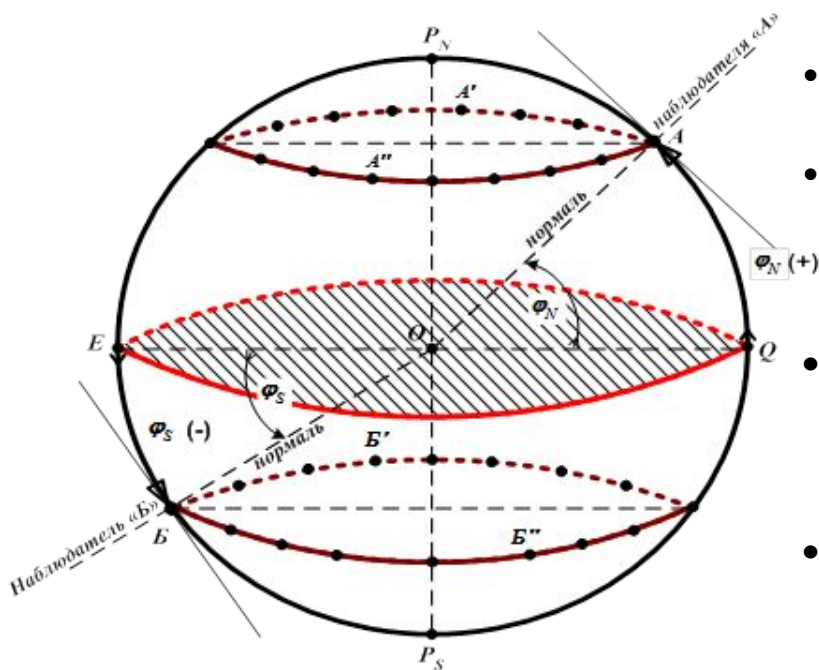
# Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли



- **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.

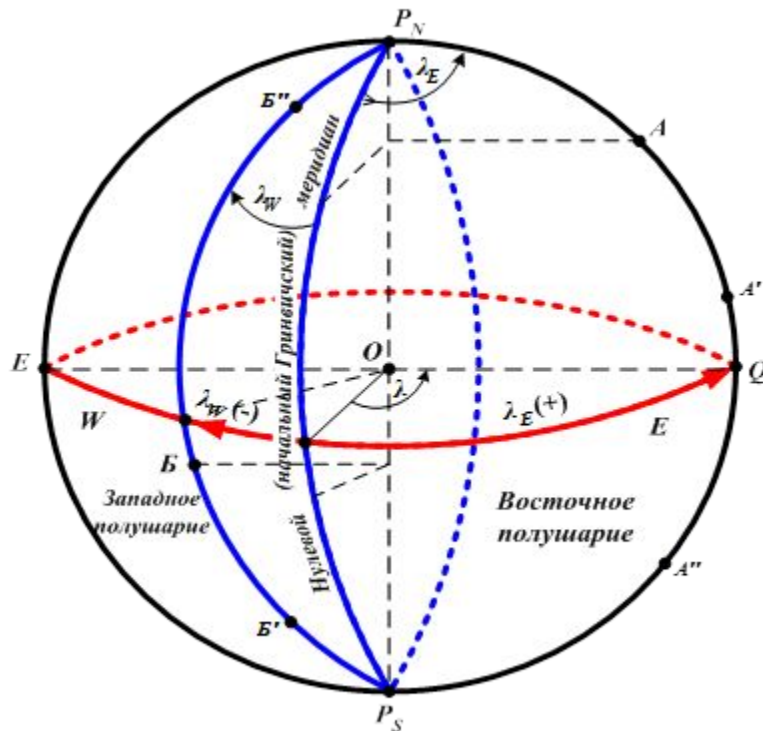
# Географические координаты.

## 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 « $\phi$ » (**фи**) или «**Ш**».
- Счет широты ведется от экватора к северному ( $P_N$ ) или южному ( $P_S$ ) полюсам. Предел изменения широты от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  (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 «-».

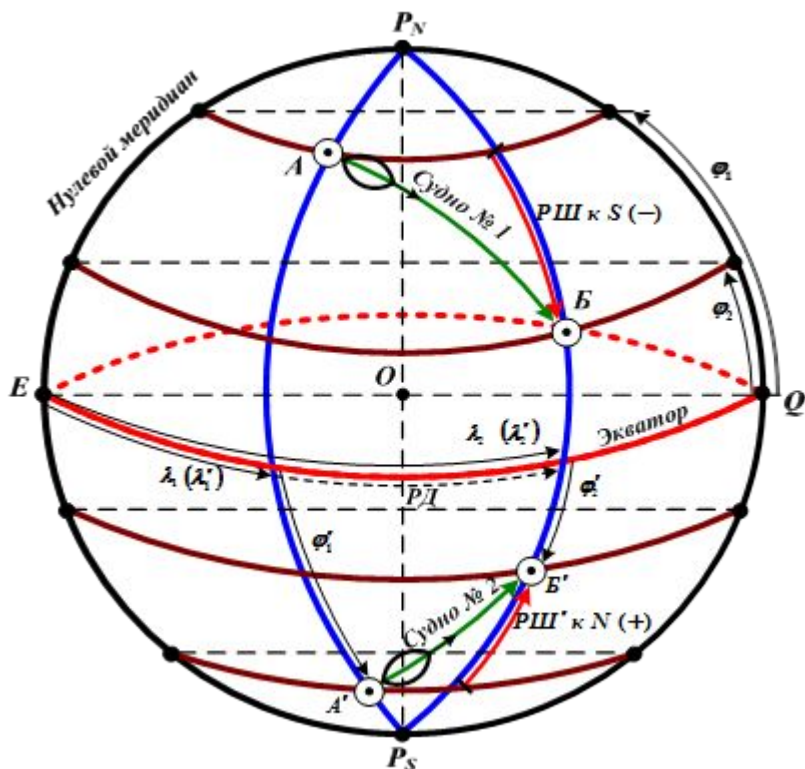
# Географическая долгота



- **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 « $\lambda$ » (**лямбда**) или «**Д**».
- Счет долгот ведется от нулевого (Гринвичского) меридиана к востоку (к исту) и западу (весту).
- Пределы изменения долготы **от  $0^\circ$  до  $180^\circ$**
- 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 «-».
-

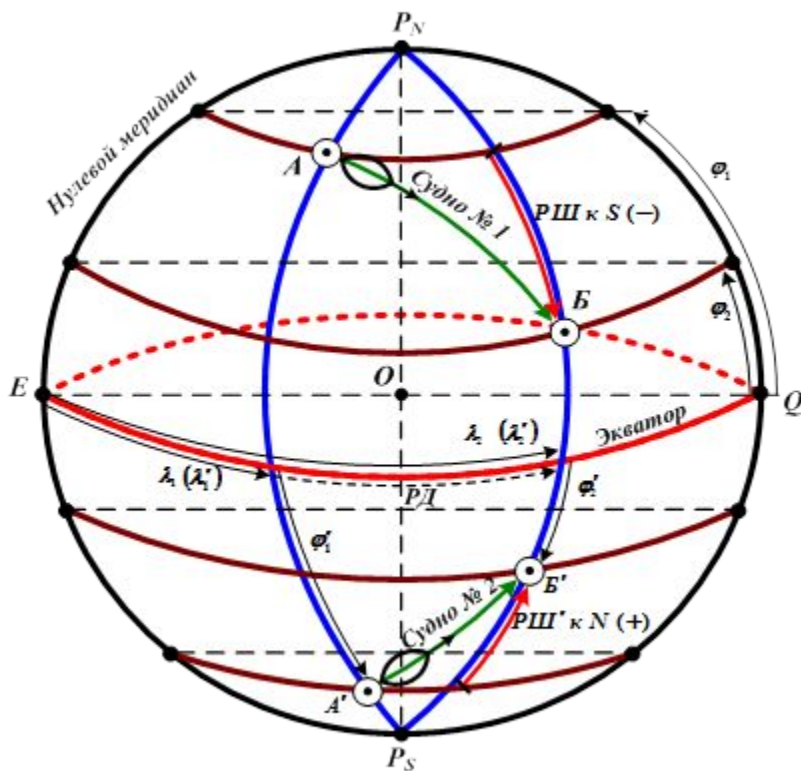


# Разность широт



- Изменение широты ( $\phi$ ), 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  $0^\circ$  до  $\pm 90^\circ$  (к N или к S).

# Разность долгот



- **Разностью долгот** называется изменение долготы ( $\lambda$ ) 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

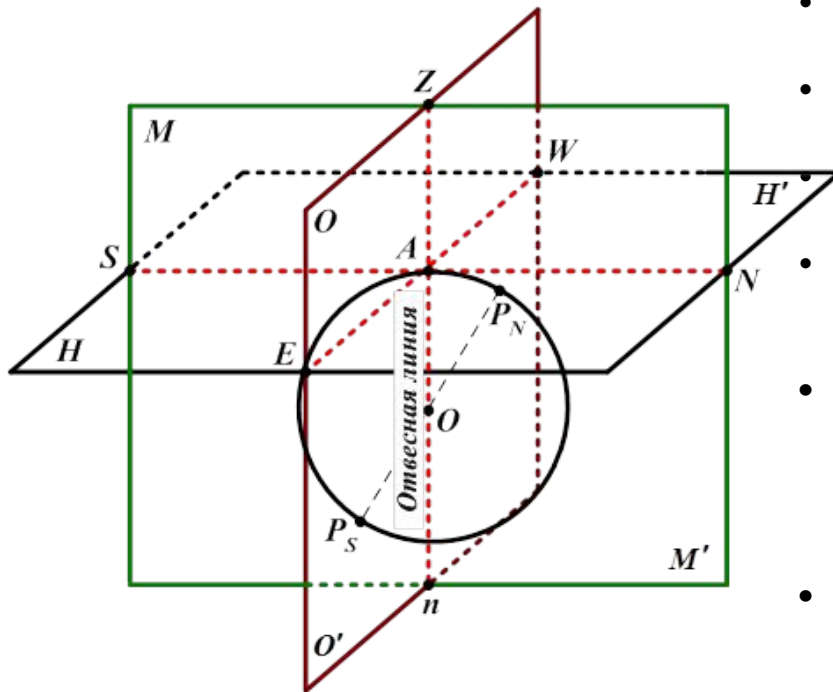
- **Пример 1:**  $\phi_1' = 75^\circ 00,0'S$ ,  $\phi_2' = 25^\circ 00,0'S$  (судно № 2), тогда:
  - $RШ' (\Delta\phi') = \phi_2' - \phi_1' = -25^\circ 00,0' - (-75^\circ 00,0') = +50^\circ 00,0'$  или  $50^\circ 00,0'$  к  $N$ .
- **Пример 2:**  $\phi_1 = 70^\circ 00,0'N$ ,  $\phi_2 = 45^\circ 00,0'N$  (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:
  - $(РД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 130^\circ 00,0' - (+85^\circ 00,0') = +45^\circ 00,0'$  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:
  - $(РД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 130^\circ 00,0' - (+85^\circ 00,0') = +45^\circ 00,0'$  или  $45^\circ 00,0'$  к  $E$ .



# Основные линии и плоскости наблюдателя

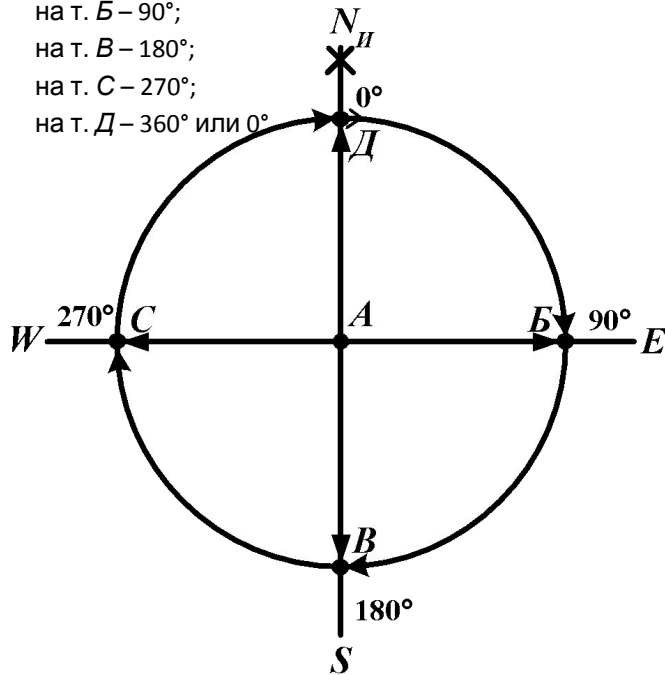


- Через место наблюдателя (т.  $A$ ) и центр Земли (т.  $O$ ) проведем прямую – **отвесную линию** ( $ZAO_n$ ), тогда:
- отвесная линия, проходящая через точку наблюдателя, показывает направления:
- а) – над головой наблюдателя – на точку  $Z$  – **зенит** наблюдателя;
- б) – в противоположную сторону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

# Системы счета направлений

## Круговая система счета направлений

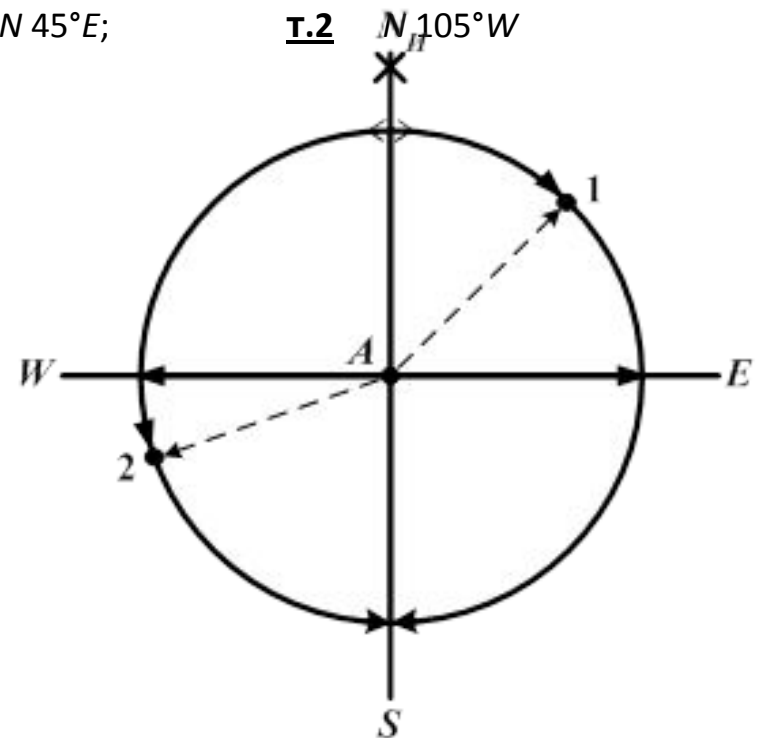
- Наблюдатель (т. А) – в центре.
- Тогда направления:
  - на т. В –  $90^\circ$ ;
  - на т. В –  $180^\circ$ ;
  - на т. С –  $270^\circ$ ;
  - на т. Д –  $360^\circ$  или  $0^\circ$



## Полукруговая система счета направлений

- т.1 N  $45^\circ$ E;

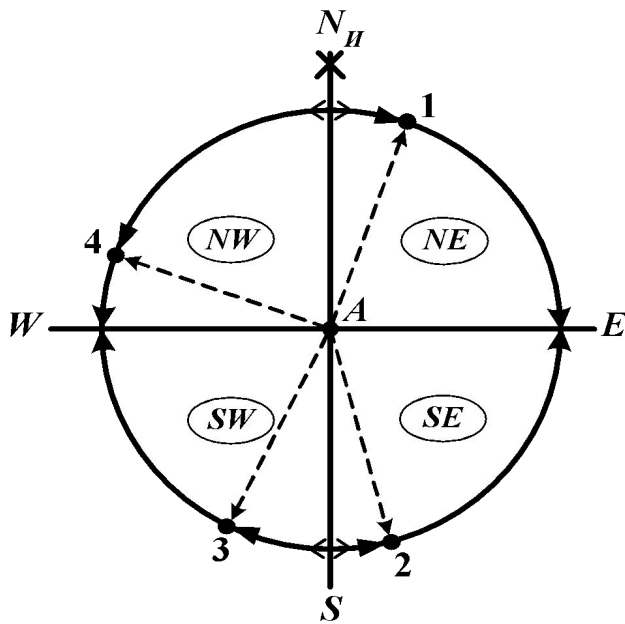
- т.2 N  $105^\circ$ W



# Системы счета направлений

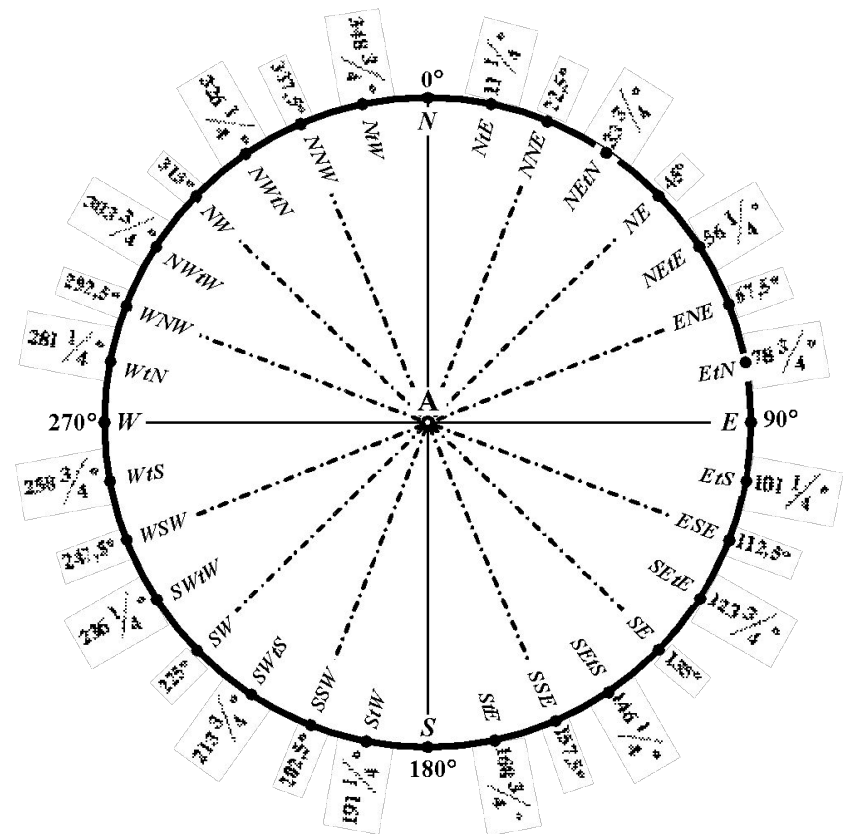
## Четвертая система счета направлений

- Т.1     $10^{\circ}NE$ ;                       $10^{\circ}SE$ ;
- Т.3     $30^{\circ}SW$ ;                       $70^{\circ}NW$ .



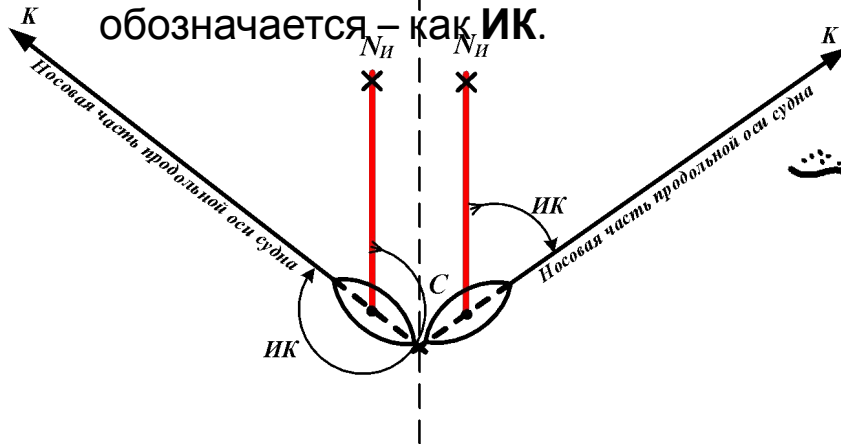
## Румбовая система счета направлений

Всего 32 румба-направления. 1 румб =  $11\frac{1}{4}^{\circ}$  ( $11\frac{1}{4}^{\circ} \times 32 = 360^{\circ}$ ).

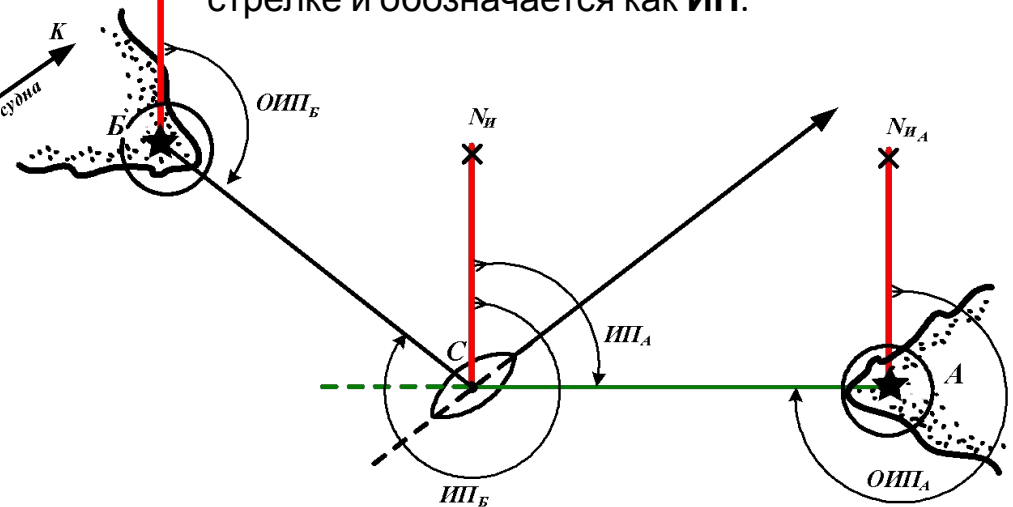


# Истинные направления и их соотношения

- **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  $0^\circ$  до  $360^\circ$  (по часовой стрелке) и обозначается – как **ИК**.

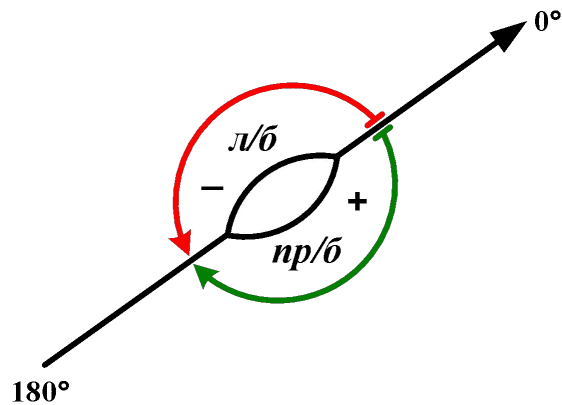


- **Истинным пеленгом** называется горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект
- Истинный пеленг, также как и истинный курс, измеряется в круговой системе счета направлений от  $0^\circ$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

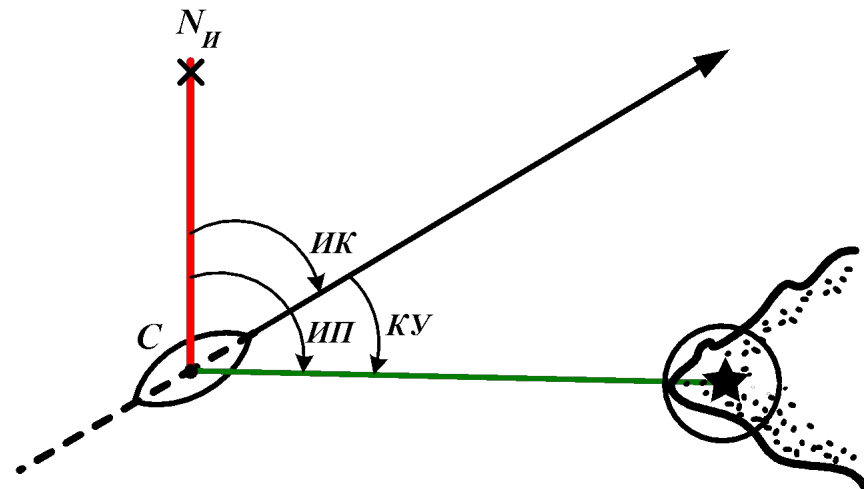


# Истинные направления и их соотношения

- 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  $0^\circ$  до  $180^\circ$  левого (л/б) и правого (пр/б) бортов



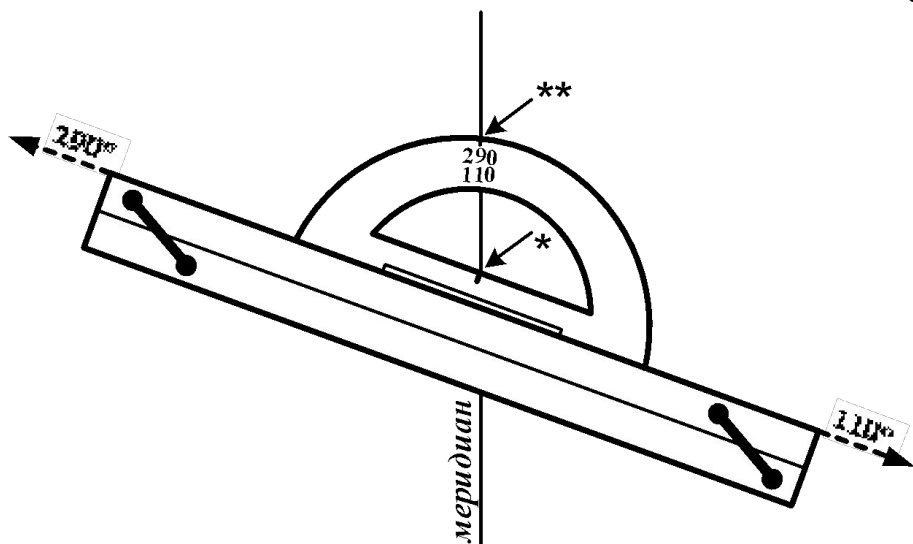
- Если при вычислениях ИК или ИП получается результат более  $360^\circ$ , то из полученного результата необходимо вычесть  $360^\circ$ .
- ИК =  $270^\circ$ , КУ =  $130^\circ$  пр/б, ИП = ?
- ИП = ИК + КУ =  $270^\circ + 130^\circ = 400^\circ - 360^\circ = 40^\circ$
- Ответ:     ИП =  $40^\circ$ .





# 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.

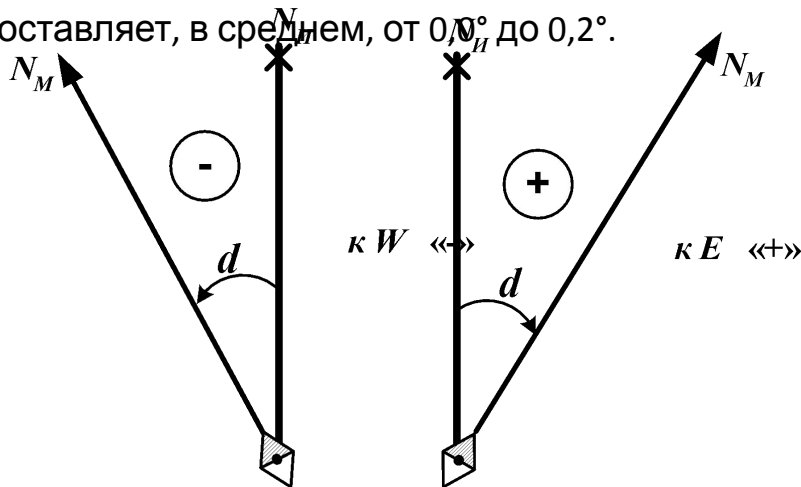


- Для определения направления проложенной на карте линии необходимо:
- Приложить параллельную линейку (ее верхний срез) к линии на карте, направление которой (линии) необходимо снять.
- К верхнему срезу линейки приложить транспортир так, чтобы центральный штрих совпал с меридианом (рис. 2.12) и снять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

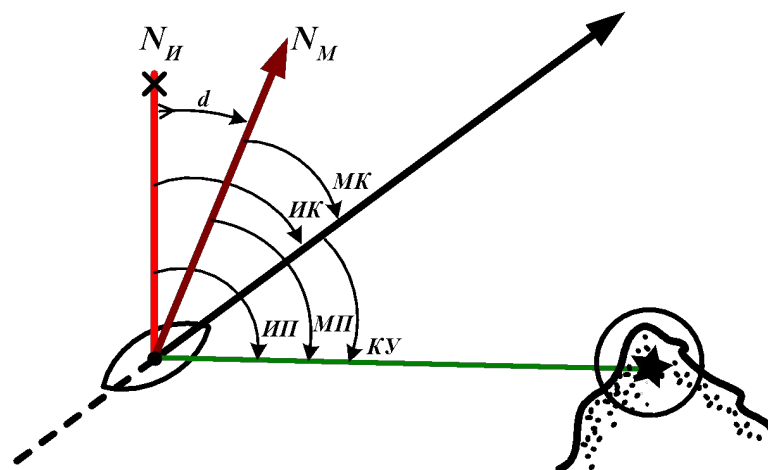
# Магнитное склонение.

## 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  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .
- Величина изменения магнитного склонения за один год называется **годовым изменением магнитного склонения** и составляет, в среднем, от  $0,1^\circ$  до  $0,2^\circ$ .

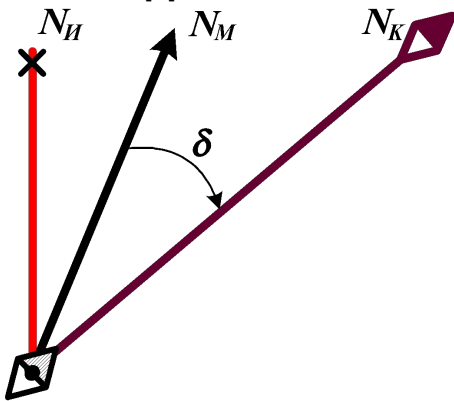


- **Магнитный курс судна** – направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью магнитного меридиана и носовой частью продольной оси судна. Обозначается – МК.
- **Магнитный пеленг** – горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана наблюдателя и направлением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

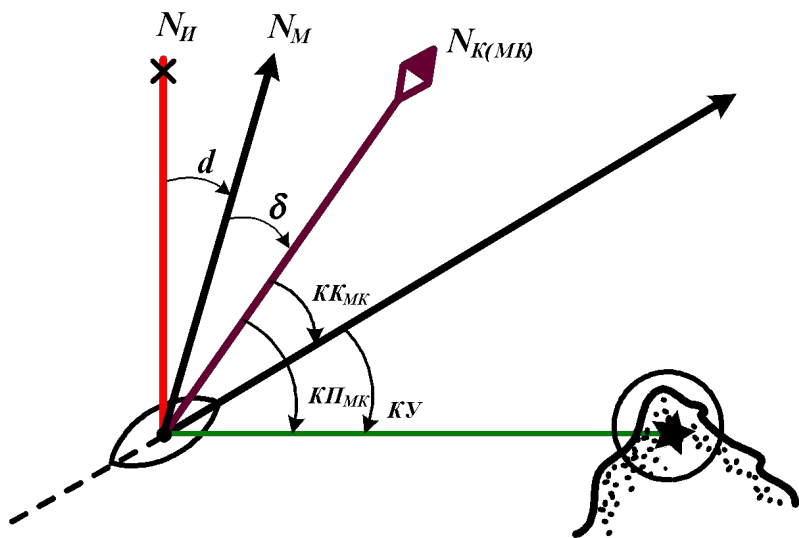


- **Девияция магнитного компаса** – угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северными частями магнитного и компасного меридианов (обозначается символом –  $\delta$  - дельта)
- Девияция магнитного компаса  $\delta$  отсчитывается от северной части магнитного меридиана к *E* или к *W* от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

# Компасные (по магнитному компасу) направления

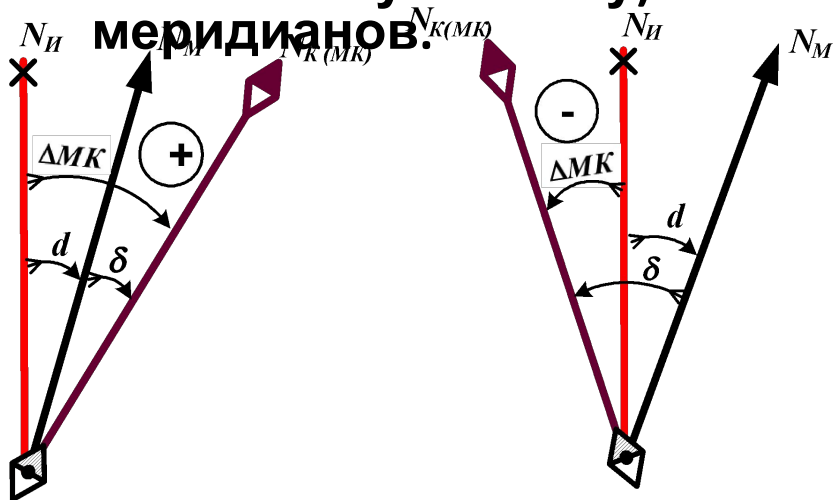
• Направления, измеряемые относительно компасного меридиана называют **компасными направлениями**. К ним относятся: – *компасный курс*, *компасный пеленг*

- **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  $0^\circ$  до  $360^\circ$  (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  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .
- 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 ( $\delta$ ) (год плавания – 2008 г.;  $\delta$  из табл. 3.1)

№ задач	Дано			Ответ		
	Значение $d$ с карты на ....год	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 компаса

<i>КК°</i>	$\delta^\circ$	<i>КК°</i>	$\delta^\circ$	<i>КК°</i>	$\delta^\circ$	<i>КК°</i>	$\delta^\circ$
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 <sub>МК</sub>	КП <sub>МК</sub>	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° <sub>δ</sub>	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 –  **$\Delta ГК$** .
- 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 «-».