

1 Форма и размеры Земли. Географическая система координат

Геоид – не описывается математически

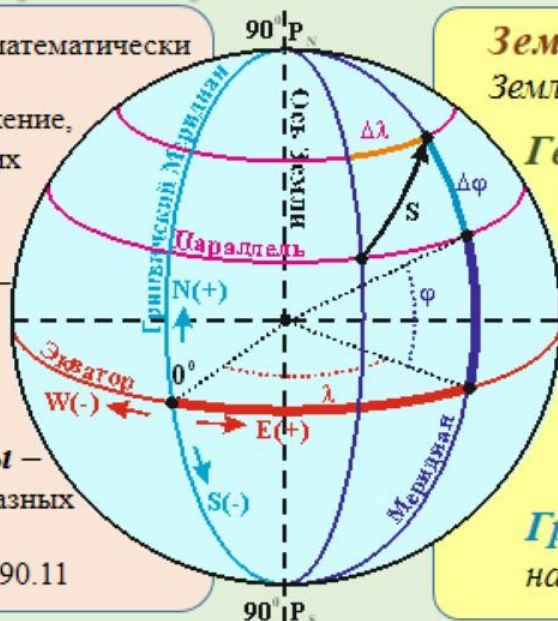
Сфера – первое приближение, для расчётов не требующих высокой точности

Эллипсоид (сфероид) –

используется для точных расчётов

Референц-эллипсоиды –

Эллипсоиды принятые в разных морских державах
WGS-84, Красовского, ПЗ-90.11



Земная ось – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение.

Географические полюса – точки пересечения Земной оси с поверхностью Земли, северный – P_N , южный – P_S .

Экватор – большой круг, перпендикулярный Земной оси, делит Землю на северное и южное полушария

Параллели – малые круги, параллельные экватору

Меридианы – Большие круги, перпендикулярные экватору, проходящие через полюса

Гринвичский (нулевой) меридиан делит земной шар на восточное и западное полушария

Земной эллипсоид – это двухосный эллипсоид вращения, с объемом равным объему геоида;

- большая и малая оси соответственно совпадают с плоскостью экватора и осью вращения Земли;
- отклонения его поверхности от поверхности Земли минимальны (не превышают $100 \div 150$ м).

Географическая широта – измеряется дугой меридиана от экватора до параллели данной точки.

Широта обозначается символом « φ » (фи) или «Ш».

Счет широты ведется от экватора $\varphi = 0^\circ$ к северному (P_N) $\varphi = 90^\circ N$, или южному (P_S) $\varphi = 90^\circ S$ полюсам. При расчётах северная N(+), Южная S(-).

Географическая долгота – измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского меридиана до меридиана точки.

Долгота обозначается буквой « λ » (лямбда) или «Д».

Счет долгот ведется от Гринвичского меридиана $\lambda = 0^\circ$ к востоку к E до $180^\circ E$ и западу к W до $180^\circ W$. При расчётах восточная E(+), западная W(-).

Разность широт $\Delta\varphi$ (РШ) – изменение широты φ , при переходе судна из одного пункта в другой.

Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кN+, кS-.

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Разность долгот $\Delta\lambda$ (РД) – изменение долготы λ , при переходе судна из одного пункта в другой.

Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кE+, кW-.

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

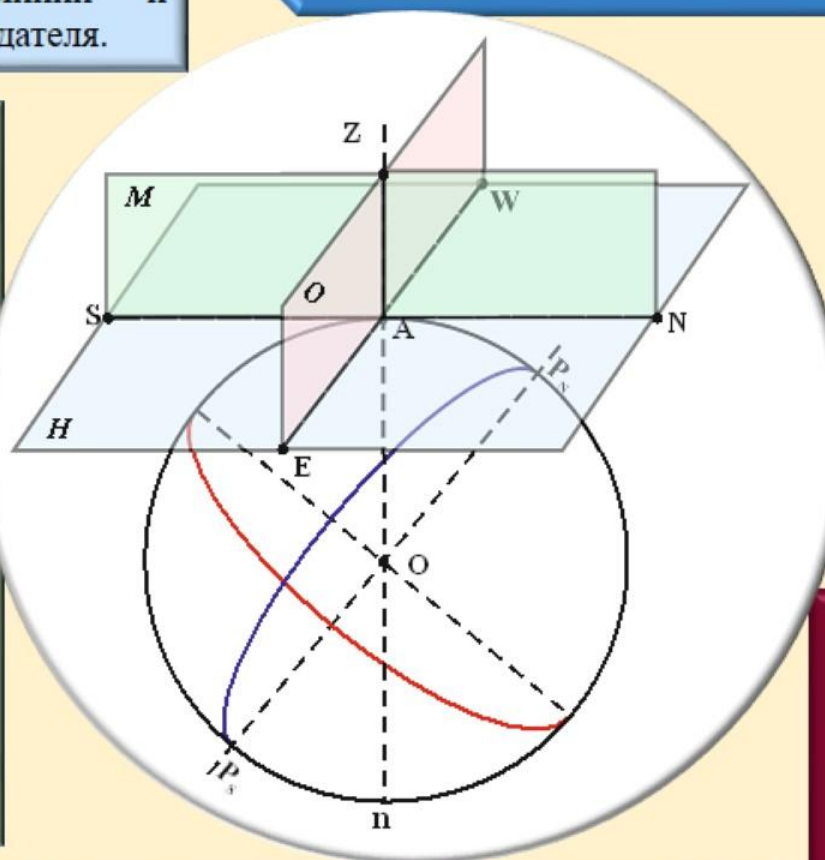
Плоскость истинного горизонта наблюдателя H - горизонтальная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через глаз наблюдателя.

Плоскость истинного меридиана наблюдателя M -

вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли.

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

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



Отвесная линия (ZAn) или вертикаль, проходит через точку наблюдателя A , совпадает по направлению с силой тяжести

При пересечении с воображаемой небесной сферой, отвесная линия даёт: а) - над головой наблюдателя точку Z - зенит наблюдателя; б) - в противоположную сторону точку n - **надир** наблюдателя

Плоскость первого вертикала наблюдателя O

- вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскостям M и H , в пресечении с H даёт точки - E («ист») и запад - W («вест»).

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

Главные направления делят плоскость истинного горизонта наблюдателя на 4 равные четверти: NE , SE , SW , NW .

Линия истинного меридиана наблюдателя или полуденная линия - пересечение плоскости M и плоскости H по линии ($N-S$, дают точки N («норд») и противоположную как S («зюйд»).

4 Определение направлений на море при помощи компасов

Магнитный компас

Земля – магнит

Магнитные полюса не совпадают с географическими, положение магнитных полюсов постоянно меняется

Годовое изменение магнитного склонения составляет, в среднем, от $0,0^\circ$ до $0,2^\circ$.

Магнитный курс МК – горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана и диаметральной плоскостью судна.

Магнитный пеленг МП – горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана и направлением на объект.

Переход от компасных направлений к истинным – **исправление румбов**

$$MK = KK_{MK} + \delta; \quad MP = KP_{MK} + \delta$$

$$IK = MK + d; \quad IP = MP + d;$$

$$IK = KK_{MK} + \Delta MK; \quad IP = KP_{MK} + \Delta MK$$

d – **Магнитное склонение** – угол между истинным и магнитным меридианами кE(+), кW(-)

+ δ – **Девияция магнитного компаса** – угол между магнитным и компасным меридианом

ΔМК – **Поправка магнитного компаса** – горизонтальный угол между истинным и компасным меридианами.

$$\Delta MK = d + \delta$$

Воздействие общего магнитного поля судна, отклоняет стрелку компаса на значение девияции

Компасный курс КК – горизонтальный угол между компасным меридианом и диаметральной плоскостью судна.

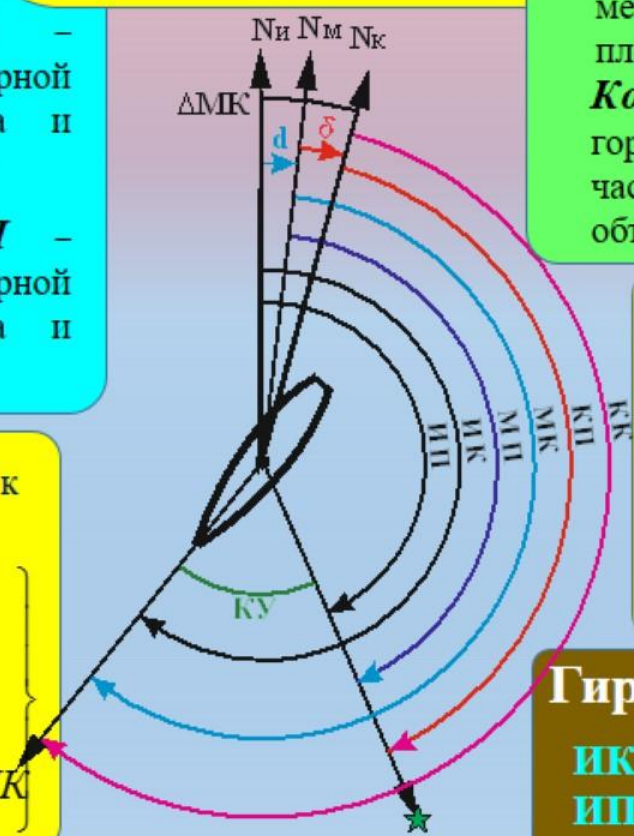
Компасный пеленг КП – горизонтальный угол между северной частью компасного меридиана и на объект.

Переход от истинных направлений к компасным – **перевод румбов.**

$$MK = IK - d; \quad MP = IP - d;$$

$$KK_{MK} = MK - \delta; \quad KP_{MK} = MP - \delta$$

$$KK_{MK} = IK - \Delta MK; \quad KP_{MK} = IP - \Delta MK$$



Гирокомпас ΔГК – поправка гирокомпаса

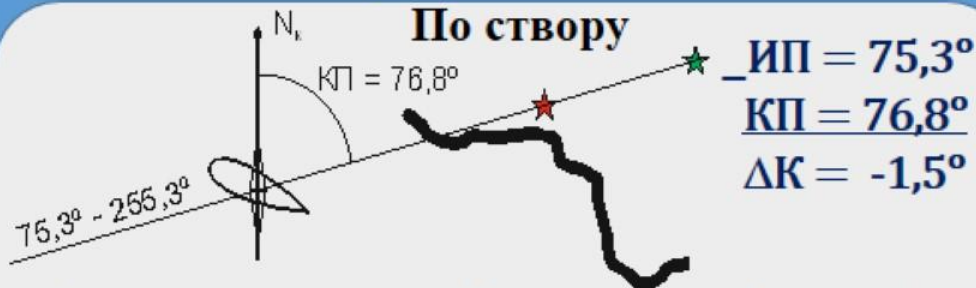
$$IK = GKK + \Delta GK; \quad GKK = IK - \Delta GK$$

$$IP = GKП + \Delta GK; \quad GKП = IP - \Delta GK$$

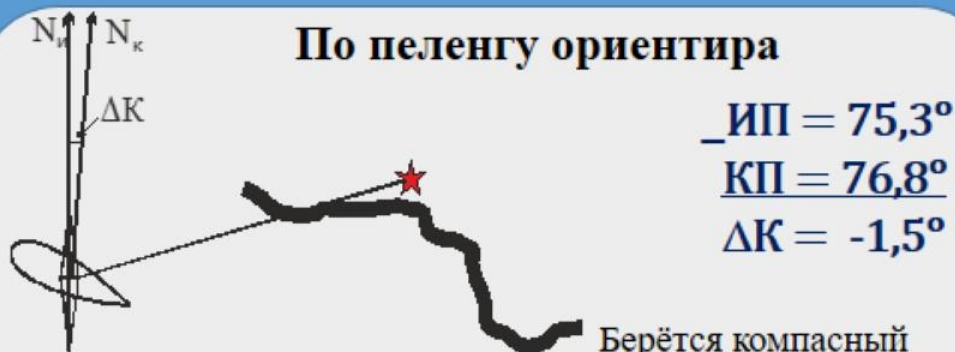
Определение поправок курсоуказателей

Общая формула:

$$\Delta K = ИП - КП$$



Находясь точно в створе, берётся компасный пеленг КП на створ, с карты, снимается направление створа ИП



При точно известном местоположении

Берётся компасный пеленг КП на ориентир. С карты снимается ИП.

Частый случай – получение ΔK , при ОМС по 2 горизонтальным углам получаемым из 3 пеленгов. Наиболее точный из визуальных методов

Сличение $\Delta K_1 = ?$, ΔK_2 - известно $ИК = КК_2 + \Delta K_2$
 Получение ΔK по известному $\Delta K_1 = ИК - КК_1$ или
 значению другого курсоуказателя. $\Delta K_1 = КК_2 + \Delta K_2 - КК_1$

Астрономические методы (вдали от берега)

(Рассматриваются в курсе мореходной астрономии)
 По одному из методов, рассчитывается Истинный Пеленг (Азимут) на светило

1. Метод **МОМЕНТОВ** (наиболее точный).
Любое подходящее светило
2. Метод **ВЫСОТ** (самый простой).
По видимому восходу или заходу Солнца
3. Метод **МОМЕНТОВ И ВЫСОТ**. (ограничен районом)
По Полярной

Магнитный компас

$$\Delta МК = d + \delta$$

d – магнитное склонение, берётся с карты, имеет наименование **E(+)** или **W(-)**, исправляется количеством лет
 $d = dk + \Delta d * n^{(лет)}$

δ – девиация, выбирается из Таблицы девиации по компасному курсу (**КК**)

Примем Землю за шар с объёмом Земного эллипсоида.

1' дуги меридиана = 1 миля = 1852,3 м

Округлённо до 1852м

Принято в России,
Германии, Испании, США

Англия, Япония = 1853,18 м
Италия = 1851,85 м

Измерения показали

На экваторе = 1842,9 м
На широте 45° = 1852,2 м
На полюсе = 1862,8 м

Удобно!!!

Мера длины и угловая мера
одновременно

Разность широт в минутах

$\Delta\phi$ (минуты) = мили

Разность долгот Нельзя

$\Delta\lambda \neq$ мили

Отшество Можно

$ОТШ = \Delta\lambda \cdot \cos(\phi)$ миль

Другие единицы длины

Морская миля (миля, М), 1М = 1852м = 10 кбт

Кабельтов (кбт, каб), 1кбт = 1/10 мили = 185,2м

Метр (м), для измерения высот, глубин

Применялись раньше

Фут (фут), 1 фут = 0,3048 м, для высот, глубин

Ярд (ярд), 1 ярд = 3 фут, для малых расстояний

Морская сажень = 6 фут, для глубин

Береговая миля = 1609,344м реки, озёра, суша

$\Delta L\%$ -

Поправка лага

Получена
измерениями

и расчётами для разных значений
скорости на мерной миле. При
изменении скорости, меняется.

ОЛ – отсчёт лага, показание
лага в момент времени Т

РОЛ – разность отсчётов лага

$РОЛ = ОЛ_2 - ОЛ_1$

Скорость
V- узлы $1 \text{ узел} = \frac{1 \text{ миля}}{1 \text{ час}} = \frac{1852 \text{ м}}{1 \text{ час}}$

$$V = \frac{60 \cdot S}{\Delta T_{\text{мин}}} \quad S = V \cdot \frac{\Delta T_{\text{мин}}}{60}$$

$$V_{\text{кбт/мин}} = \frac{V_{\text{уз}}}{6} \quad V_{\text{м/с}} = \frac{1}{2} V_{\text{уз}}$$

На скорость влияют: осадка, ветер, крен и
дифферент, мелководье, обрастание и пр.

Лаги Приборы для измерения скорости
и пройденного расстояния

Абсолютные. Скорость относительно грунта
при небольшой глубине

1. Гидроакустический доплеровский
2. Гидроакустический корреляционный

Относительные. Скорость относительно воды

1. Гидродинамический (устаревший)
2. Индукционный (не работает в пресной воде)

Коэффициент лага

$$K_L = 1 + \frac{\Delta L}{100\%}$$

Расчёт расстояния
по показаниям лага

$$S_L = РОЛ \cdot K_L$$

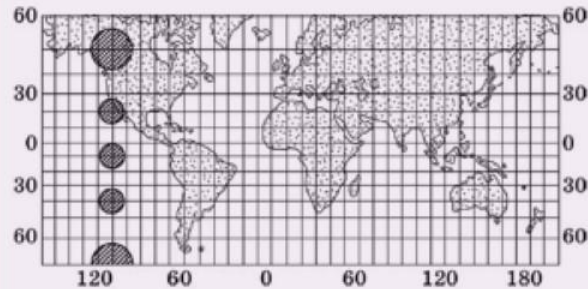
Карта – уменьшенное изображение участков земной поверхности на плоскости, выполненное по определенному математическому закону.

Картографическая сетка - условное изображение географической сетки земных меридианов и параллелей.

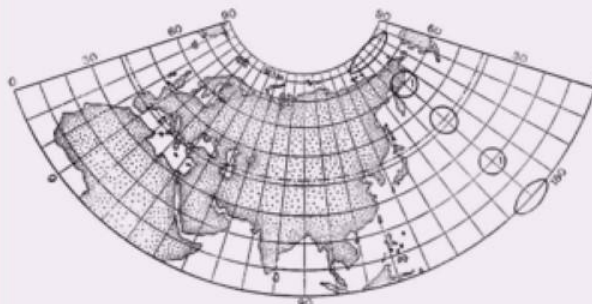
Картографическая проекция - способ построения картографической сетки на плоскости и изображение на ней сферической поверхности Земли, подчиненный определенному математическому закону.

по характеру искажений

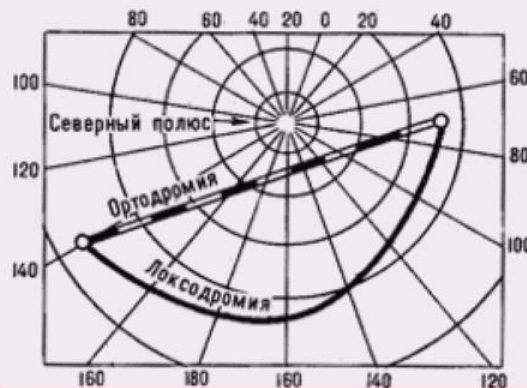
Равноугольные - не искажающие углов. Сохраняется подобие фигур. Отношение площадей не сохраняется. (Проекция Меркатора)



Равновеликие – масштаб площадей одинаков. Равенства углов и подобия фигур не сохраняются.



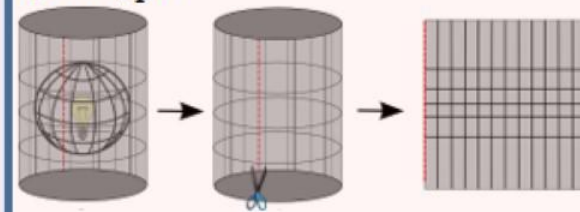
Произвольные - заданные несколькими условиями, но не обладающие свойствами ни равноугольности, ни равновеликости.



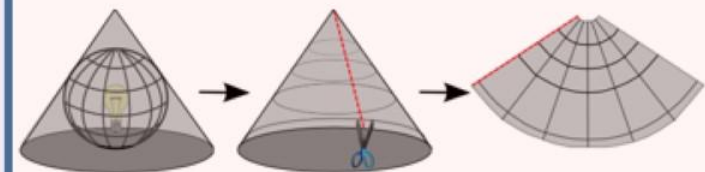
Гномоническая проекция — Получается проектированием точек сферы из центра сферы на плоскость. Ортодромия всегда прямая линия

по построению картографической сетки

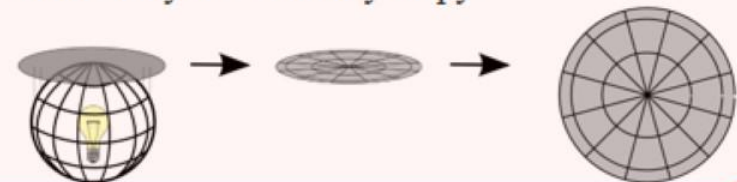
Цилиндрические - проецирование земных координатных линий на поверхность цилиндра.



Конические - проецирование земных координатных линий на поверхность конуса.



Азимутальные - проецирование земных координатных линий на плоскость, касательную к земному шару.



Равноугольная цилиндрическая

Равновеликая коническая

Гномоническая (азимутальная)

Морская карта

графическое изображение на плоскости водных районов Земли и прилегающих к ним участков суши, выполненное в определенной картографической проекции и определенном масштабе.

Масштабом, в данной точке

карты, называется отношение длины отрезка взятого около данной точки на карте и соответствующего ему отрезка на местности.

Числовой масштаб

— отношение длины на карте к длине, на местности



Главная параллель

параллель, для которой дан числовой масштаб

ЧЕРНОЕ И АЗОВСКОЕ МОРЯ

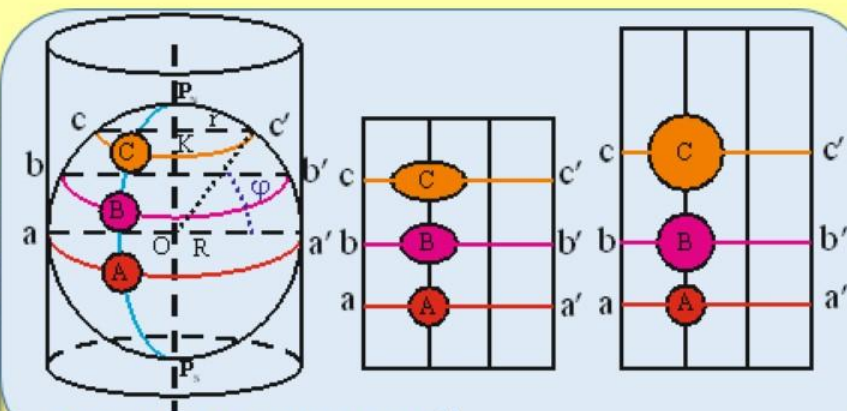
Масштаб 1:1 250 000 по параллели 44°

Глубины и высоты в метрах

Линейный масштаб

— графическое изображение числового масштаба, на МНК совпадает со шкалой широт, меняется в зависимости от широты

Меркаторская проекция. Все меридианы и параллели прямые и взаимно перпендикулярные линии. Линия постоянного курса судна изображается прямой, называемой *локсодромией*



Растяжение параллелей

Линейная величина каждого градуса широты постепенно увеличивается с возрастанием широты, пропорционально $\sec \varphi \left(\frac{1}{\cos \varphi} \right)$.

Экваториальная миля — длина одной минуты дуги экватора — равна 1855,1 м.

Меридиональная часть (МЧ или D) — расстояние по меридиану от экватора до данной параллели, выраженное в экваториальных милях.

Меркаторская миля является изображением на карте морской мили для данной широты (φ) и служит для измерения расстояний на карте.

Классификация карт**По назначению**

1. справочные и вспомогательные морские карты;
2. навигационные морские карты.

По масштабу:

1. Генеральные 1:500 000 – 1: 5 000 000;
2. Путевые 1:100 000 – 1:500 000;
3. Частные 1:25 000 – 1:100 000;
4. Морские планы – крупнее 1:25 000

Морские навигационные карты (МНК), предназначены для обеспечения решения задач судовождения, счисления, ОМС и пр. подразделяются:

- Морские навигационные карты (МНК)
- Радионавигационные морские карты (РНК)
- Навигационно-промысловые морские карты (НПК)
- Карты внутренних водных путей (КВВП)

Содержание морских навигационных карт**Контурные условные**

знаки– острова, озёра и пр.

Внемасштабные условные

знаки– буи, маяки, вехи и пр.

Пояснительные условные

знаки– дальность видимости, характер действия и пр.

Заголовок – район, масштаб, меры высот и глубин, магнитное склонение и пр.

Зарамочная информация – № карты, составитель, издатель, корректура, размеры

Пояснительные слова

Дополнительные характеристики – врезки, планы, таблицы течений, пояснения и пр.

Ноль глубин

Нет приливов – по многолетнему среднему уровню

Есть приливы – по наименьшей глубине

Система адмиралтейских номеров карт**1 цифра**

Океан или его часть

1. Северный ледовитый
2. Атлантика. Северная ч.
3. Атлантика. Южная ч.
4. Индийский океан
5. Тихий океан. Север. ч.
6. Тихий океан. Южная ч.

2 цифра

Масштаб

0. 1:500 000 – 1: 5 000 000
1. 1:500 000 – 1:1 000 000
2. 1:200 000 – 1:500 000
- 3 и 4. 1:100 000 – 1:200 000
- 5 и 6. 1:10 000 – 1:50 000.
7. Резерв
- 8 и 9. Крупнее 1:25 000

3 цифра

Район океана

4 и 5 цифры

№ карты в районе

Счислением называется вычисление текущих координат судна от известных координат по времени, курсу и скорости с учетом влияния на судно внешних факторов - ветра и течения.

Счислимое место - определенное при помощи счисления. Координаты: φ_c - счислимая широта; λ_c - счислимая долгота.

Расчёт направлений

Прямая задача (исправление румбов)

Гирокомпас	Магнитный компас	
\pm ГКК	\pm КК	$\pm d_k =$ (с карты)
$\frac{\Delta GK}{IK}$	$\frac{\Delta MK}{AMK} \quad \Delta MK = d + \delta$	$\frac{\Delta d}{AMK} =$ (с карты)
$\frac{\alpha}{ПУ\alpha}$	$\frac{\alpha}{ПУ\alpha}$	$\pm d =$
		$\frac{\delta}{AMK} =$ (по КК)

Обратная задача (перевод румбов). Для МК при $\delta < 5^\circ$

Гирокомпас	Магнитный Компас	
$\frac{\alpha}{ПУ\alpha}$	$\frac{\alpha}{ПУ\alpha}$	$\pm d_k =$ (с карты)
$\frac{\alpha}{ИК}$	$\frac{\alpha}{ИК}$	$\frac{\Delta d}{AMK} =$ (с карты)
$\frac{\Delta GK}{ГКК}$	$\frac{d}{MK} \Rightarrow \delta$ (из т. дев. по КК)	$\pm d =$
		$\frac{\delta}{AMK} =$ (по КК)

Для МК при $\delta > 5^\circ$

Магнитный Компас	$\pm d =$ (с карты)
$\frac{\alpha}{ПУ\alpha}$	$\frac{\Delta d}{AMK} =$ (с карты)
$\frac{\alpha}{ИК}$	$\pm d =$
$\frac{d}{MK} \Rightarrow \delta_1$ (из т. дев. по МК)	$\frac{\delta}{AMK} =$ (по КК ₁)
$\frac{\delta_1}{КК_1} \Rightarrow \delta$ (по КК ₁)	$\frac{ИК}{AMK} =$
	$\frac{КК}{AMK} =$

$\frac{ПУ\alpha}{\beta}$	$\frac{ПУ\beta}{ИК}$	$\frac{ПУ\alpha}{ИК}$
$\frac{ПУ\alpha}{\beta}$	$\frac{ПУ\beta}{ИК}$	$\frac{ПУ\alpha}{ИК}$
$c = \alpha + \beta$		

Различные случаи расчёта, расстояния и времени

Без течения или течение учитывается графически

Дано:	Дано:	Дано:	Дано:
T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁
T_2 ОЛ ₂	? ОЛ ₂	T_1 ?	? ? Сл с карты
$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{T_2}{T_1} =$	$POЛ = \frac{S_{л}}{K_{л}}$
$\frac{POЛ}{S_{л}} =$	$\frac{POЛ}{S_{л}} =$	$\frac{\Delta T}{V_c} =$	$-OL_1 =$
$S_{л} = POЛ * K_{л}$	$S_{л} = POЛ * K_{л}$	$S_{л} = V_c \frac{\Delta T}{60}$	$POЛ =$
	$\Delta T = \frac{S_{л}}{V_c} * 60$	$POЛ = \frac{S_{л}}{K_{л}}$	$OL_2 =$
	$T_1 =$		$\Delta T = \frac{S_{л}}{V_c} * 60$
	$\frac{\Delta T}{T_2} =$	$-OL_1 =$	$+T_1 =$
		$\frac{POЛ}{OL_2} =$	$\frac{\Delta T}{T_2} =$

При попутном или встречном течении

Дано:	Дано:	Дано:	Дано:
T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁	T_1 ОЛ ₁
T_2 ОЛ ₂	? ОЛ ₂	T_1 ?	? ? Сл с карты
$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{T_2}{T_1} =$	$\Delta T = \frac{S_{л}}{V_c \pm V_{т}} * 60$
$\frac{POЛ}{S_{л}} =$	$\frac{POЛ}{S_{л}} =$	$\frac{\Delta T}{V_c} =$	$+T_1 =$
$S_{л} = POЛ * K_{л}$	$S_{л} = POЛ * K_{л}$	$S_{л} = V_c \frac{\Delta T}{60}$	$\frac{\Delta T}{T_2} =$
$-T_2 =$	$\Delta T = \frac{S_{л}}{V_c} * 60$	$POЛ = S_{л} / K_{л}$	$S_{л} = V_c \frac{\Delta T}{60}$
$\frac{T_1}{\Delta T} =$	$+T_1 =$	$+OL_1 =$	$POЛ = S_{л} / K_{л}$
	$\frac{\Delta T}{T_2} =$	$\frac{POЛ}{OL_2} =$	$+OL_1 =$
$S_{лн} = S_{л} \pm V_{т} \frac{\Delta T}{60}$	$S_{лн} = S_{л} \pm V_{т} \frac{\Delta T}{60}$	$S_{лн} = S_{л} \pm V_{т} \frac{\Delta T}{60}$	$\frac{POЛ}{OL_2} =$

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра судовождения и промышленного
рыболовства

Новосёлов Дмитрий Альбертович

НАВИГАЦИЯ И ЛОЦИЯ

Опорные конспекты

для курса лекций 1 части Навигации и лоции для студентов очной
и заочной формы обучения специальности 26.05.05

Судовождение

(опорные конспекты не являются самостоятельным пособием для изучения предмета и
должны использоваться только в комплекте с полноценными пособиями, где приводятся
развёрнутые и точные определения понятий)

Керчь, 2016 г.