

Федеральное агентство по рыболовству  
«БГАРФ» ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

## ПМ.5 «Основы судовождения»



А.В. Щербина

Калининград  
2016 год

=1=

## **ПМ 5. Основы судовождения Всего 32ч.**

- 5.1. Форма и размеры Земли. Географические координаты. 4ч.**
- 5.2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении 2ч.**
- 5.3. Дальность видимого горизонта и дальность видимости предметов и огней 2ч.**
- 5.4. Системы деления горизонта 2ч.**
- 5.5. Понятие о магнитн. поле Земли. Магнитные курсы и пеленги 6ч**
- 5.6. Девиация магнитного компаса. Компасные курсы и пеленги, исправление и перевод 4ч.**
- 5.7. Технические средства судовождения 4ч.**
- 5.8. Основы лоции. Навигационные опасности. Береговые и плавучие средства навигационного оборудования 2ч.**
- 5.9. Гидрометеорология. Гидрометеорологические приборы и инструменты 4ч.**

# **ШМ.5«Основы судовождения»**

## **Лекция 1**

### **1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.**

(задачи и сущность науки судовождения, понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре; полюса, меридианы, экватор, параллели; снятие приближенных координат с карты и глобуса; нахождение точки на карте и глобусе по приближенным координатам; понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

### **2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении.**

(морская миля, кабельтов; единица скорости – узел; единицы измерения глубины моря и высоты предметов – метры, футы, морские сажени, размерность единиц, таблицы соотношения между единицами измерения)

# ПМ.5«Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

(задачи и сущность науки судовождения, понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре; полюса, меридианы, экватор, параллели; снятие приближенных координат с карты и глобуса; нахождение точки на карте и глобусе по приближенным координатам; понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

**Основной задачей судовождения** является обеспечение навигационной безопасности в любых условиях плавания.

Исходя из этой основной задачи, методика современного судовождения предусматривает решение следующих частных задач:

- **предварительный выбор наиболее выгодного пути судна;**
- **вождение судна по заранее намеченному пути и осуществление контроля за плаванием по этому пути;**
- **изучение внешних факторов, влияющих на движение судна, сущность этого влияния и методы его учета.**

Решение этих задач, обеспечивающее навигационную безопасность плавания и управление судном для достижения намеченных целей называют **судовождением**.

# ШМ.5«Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.1 задачи и сущность науки судовождения.

**Основной задачей судовождения** является обеспечение навигационной безопасности в любых условиях плавания.

Исходя из этой основной задачи, методика современного судовождения предусматривает решение следующих частных задач:

- **предварительный выбор наиболее выгодного пути судна;**
- **вождение судна по заранее намеченному пути и осуществление контроля за плаванием по этому пути;**
- **изучение внешних факторов, влияющих на движение судна, сущность этого влияния и методы его учета.**

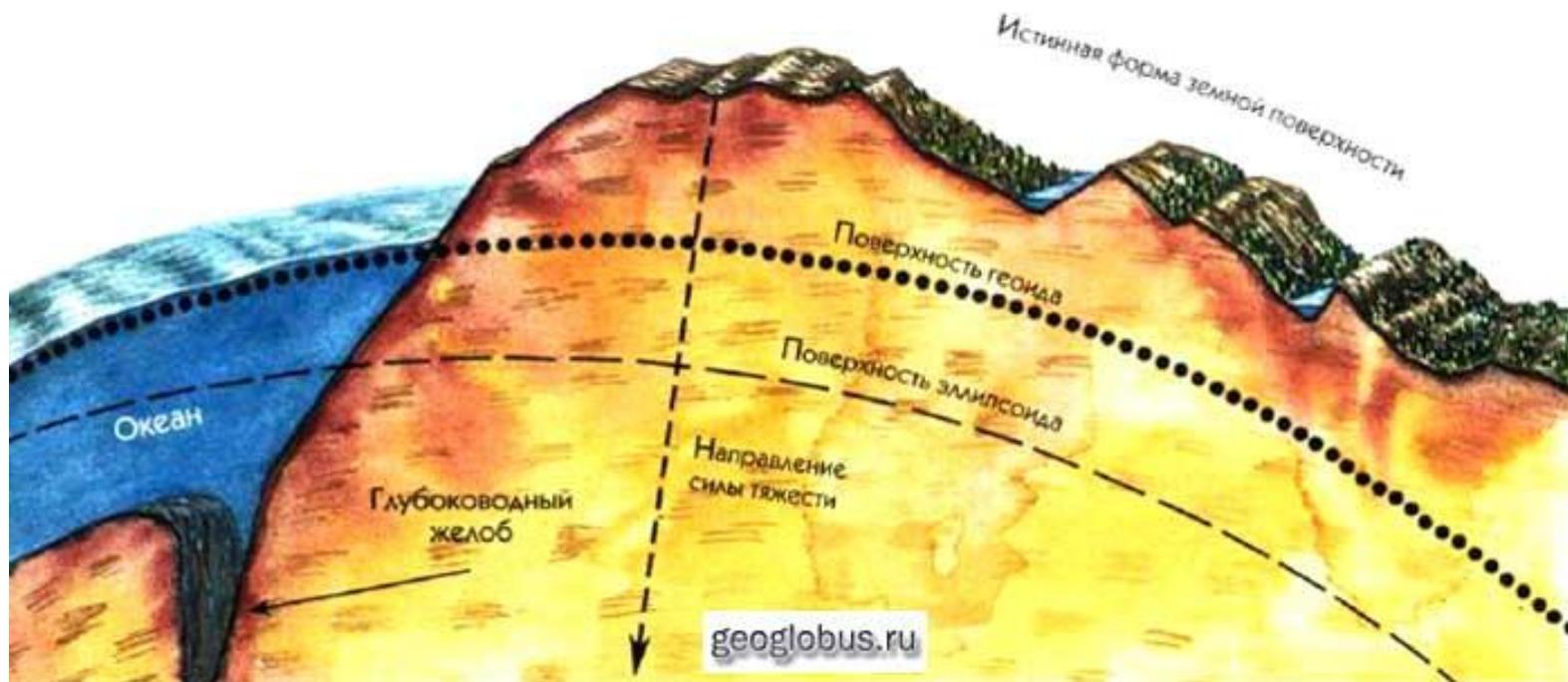
Решение этих задач, обеспечивающее навигационную безопасность плавания и управление судном для достижения намеченных целей называют **судовождением**.

# ММ.5 «Основы судождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.2 понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре.

Истинная поверхность Земли имеет сложную неправильную форму, которая получила название «геоид» (от греческих слов «Земля» и «вид» или «похожий на Землю»).



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

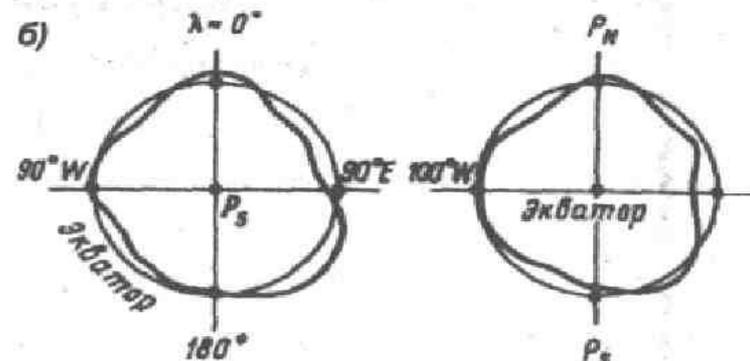
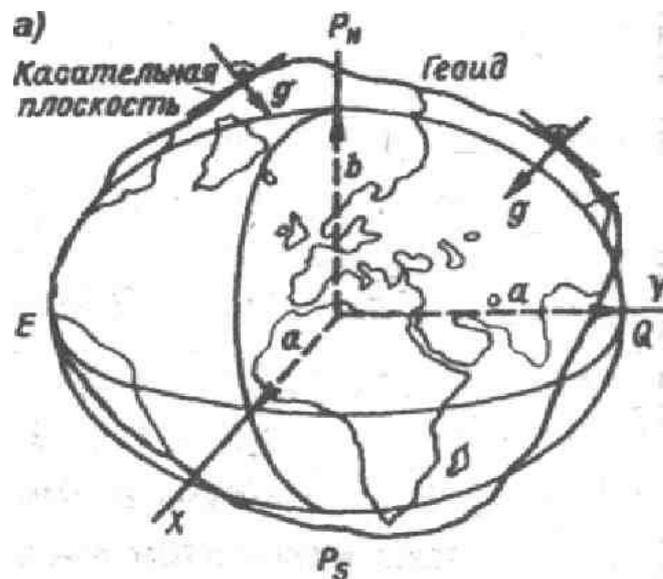
### 1.2 понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре.

**Геоид** – геометрическая фигура, которая совпадает со средней поверхностью вод Мирового океана свободной от приливов, течений и прочих возмущений (т.е. поверхность геоида перпендикулярна отвесной линии во всех его точках).

**Геоид** имеет сложную и неправильную форму, но для решения различных задач на поверхности Земли необходимо подобрать такую математически правильную фигуру, которая по форме была бы близка к форме геоида. Такой фигурой является **эллипсоид вращения (сфероид)**.

Земной эллипсоид – это двухосный эллипсоид вращения:

- его объем равен объему геоида;
  - его большая и малая оси соответственно совпадают с плоскостью экватора (большая ось) и осью вращения Земли (малая ось);
  - отклонения его поверхности от поверхности Земли минимальны (не превышают 100÷150 м).
- Такой земной эллипсоид **строго определенных размеров**, является вспомогательной поверхностью для всех геодезических и картографических работ.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.2 понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре.

До 1964 г. каждая страна руководствовалась данными «своего» земного эллипсоида и такой эллипсоид получил название **референц-эллипсоида** (образец эллипсоида).

С 1946 г. на территории бывшего СССР для всех работ принят референц-эллипсоид Красовского Ф.Н.

Разность полуосей этого эллипсоида составляет **21 км 382 м.**

Большая полуось  $a = 6\,378\,245$  м.

Малая полуось  $b = 6\,356\,863,019$  м.

Первое (полярное) сжатие  $\alpha = 0,003523299$ .

Второе сжатие  $\alpha' = 0,003634749$ .

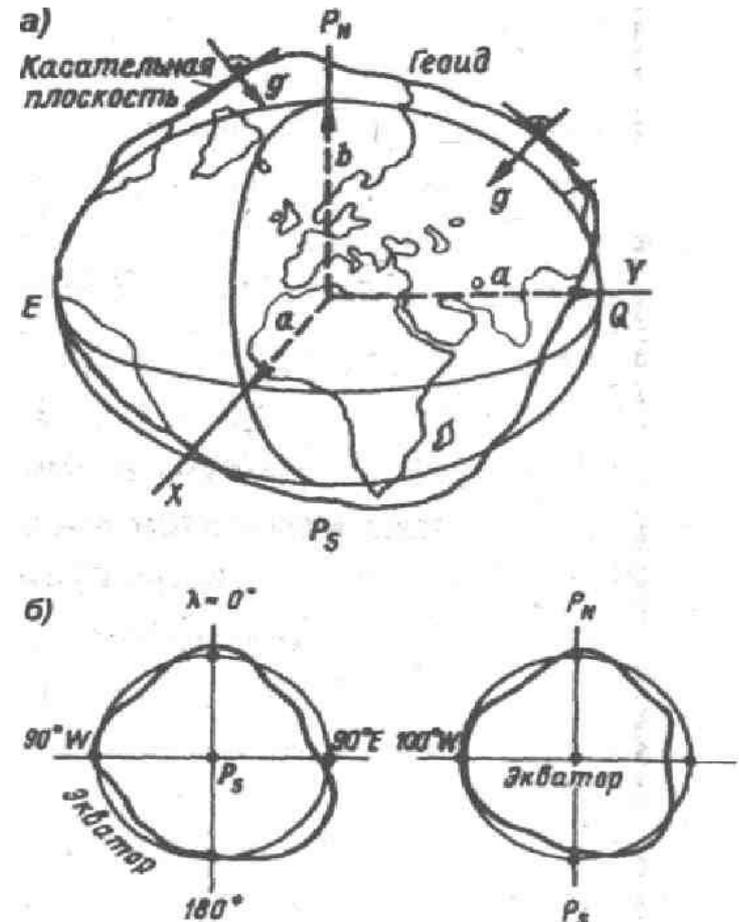
Эксцентриситет  $e = 0,081813333$ .

Радиус шара одинакового объема с эллипсоидом Красовского  $R = 6\,371\,110$  м.

Радиус шара одинаковой поверхности с эллипсоидом Красовского  $R = 6\,371\,116$  м.

Радиус шара одинаковой окружности большого круга с длиной меридиана эллипсоида Красовского  $R = 6\,367\,559$  м.

Радиус шара, одна минута дуги большого круга которого равна морской миле (1852 м)  $R = 6\,366\,707$  м.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.2 понятие о геоиде, эллипсоиде и земном шаре.

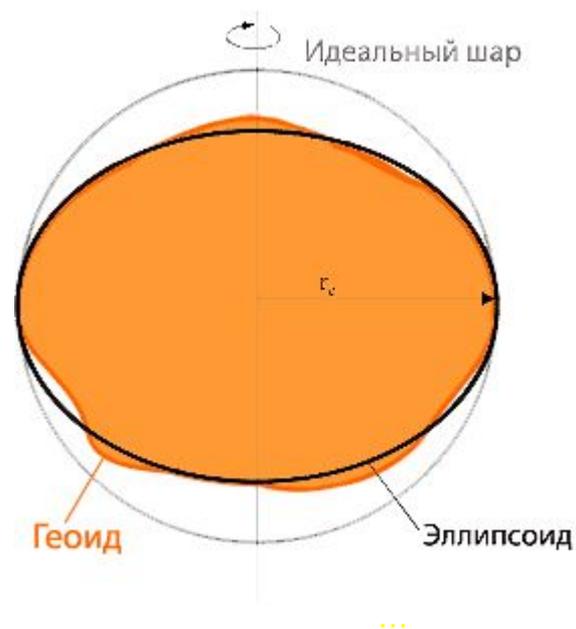
При решении задач, не требующих высокой точности, сжатием Земли пренебрегают, т.е. принимают Землю за шар.

К таким задачам, например, относятся:

- *измерение расстояний;*
- *вычисление дальности видимости ориентиров;*
- *расчеты плавания по кратчайшим расстояниям и др.*

Радиус шара выбирают исходя из определенных условий. Например, при измерении расстояний на море, радиус шара  $R = 6366\text{ км } 707\text{ м}$  ( $LЭ = 39\text{ }983\text{ км}$ ).

$RCP = 6371,1\text{ км}$  ( $LЭ = 40\text{ }010,5\text{ км}$ ).



# ПМ.5 «Основы судождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

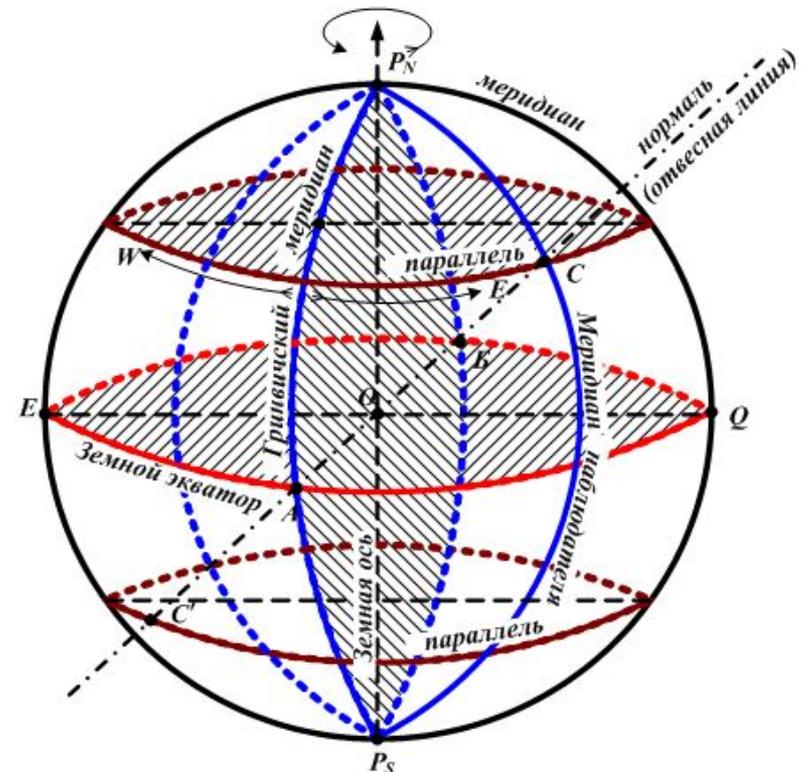
Для ориентирования на поверхности Земли необходимо четко представлять и знать ее основные точки, линии и плоскости.

Проведем окружность (см рис.), 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 ( $PNPS$ ) совпадает с малой осью земного эллипсоида и пересекает поверхность эллипсоида в двух точках, называемых **географическими полюсами Земли**:

- северный –  $PN$ ,
- южный –  $PS$ .



# ПМ.5 «Основы судождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

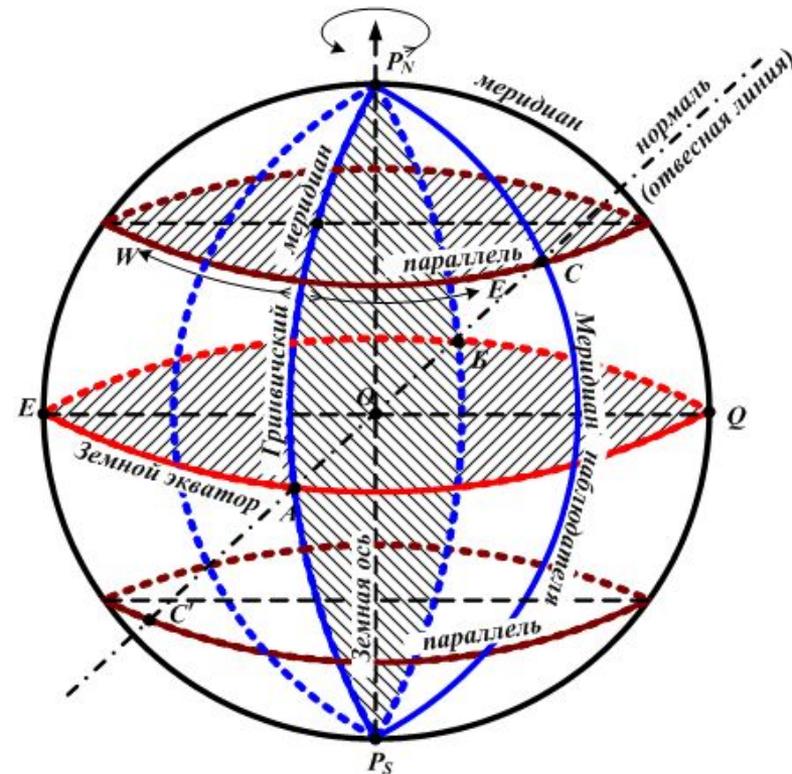
### 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

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

**Южный географический полюс (PS)** – полюс, противоположный северному.

**Большой круг** – круг на поверхности земли, образованный при пересечении Земного шара любой плоскостью, **проходящей через его центр**.

**Малый круг** – любой круг на поверхности земли, образованный при пересечении Земного шара любой плоскостью, **НЕ проходящей через его центр**.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

**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  $PN$ );
- южное полушарие (с  $PS$ ).

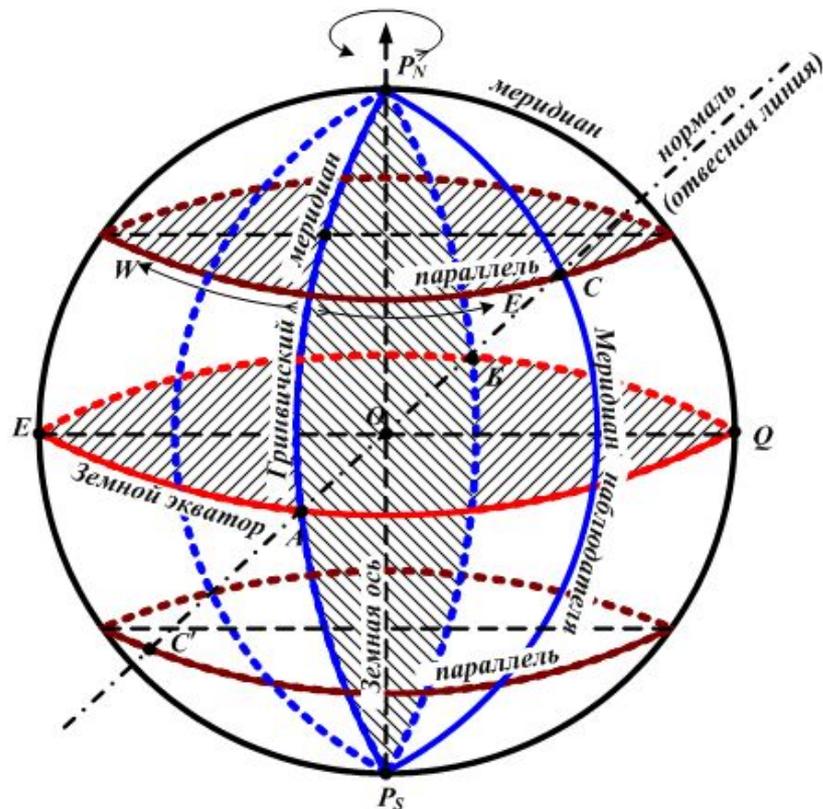
**Плоскости параллелей** – плоскости, параллельные плоскости экватора.

**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.  $PN$  (или  $PS$ ) нормалью является земная ось « $PNPS$ »;
- для т.  $E$  (или  $Q$ ) нормалью является диаметр земного экватора;
- для т.  $C$  – нормалью является прямая линия  $COC'$ , проходящая через центр Земли.

**Плоскости истинных меридианов** – плоскости, проходящие через ось Земли ( $PNPS$ ).



# ПМ.5 «Основы судождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

**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.**

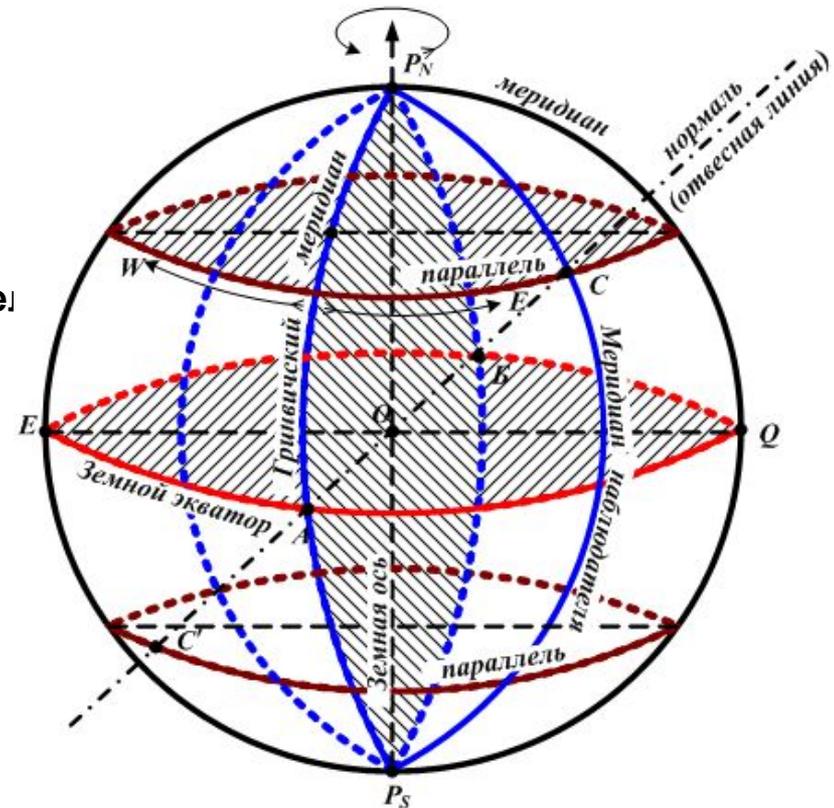
Нулевой (Гринвичский) меридиан делит земной шар на **восточное и западное** полушария.

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-Манш 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):



# ПМ.5 «Основы судождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

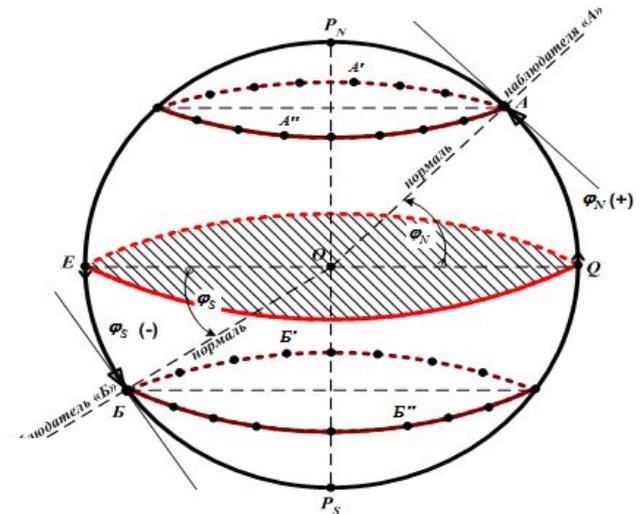
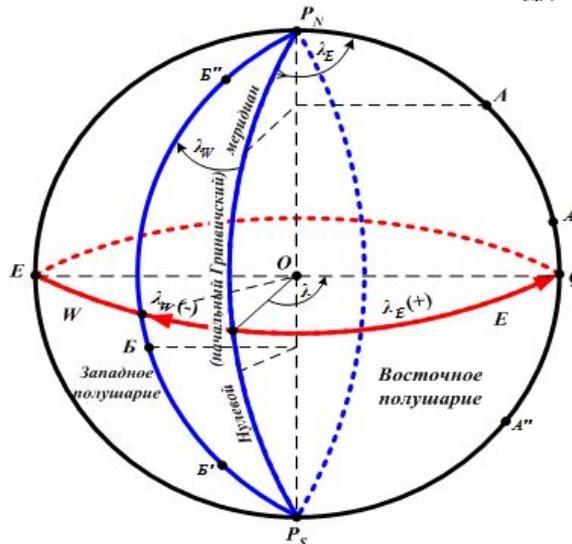
Географические координаты: наименования, знаки, пределы отсчета.

В системе географических координат, координатными осями являются:

- земной экватор;
  - начальный (Гринвичский) меридиан.
- (От них ведется отсчет значений широты и долготы соответственно).**

Координатами в географической системе координат являются:

- географическая широта –  $\varphi$  (Ш);
- географическая долгота –  $\lambda$  (Д).



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

#### 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 « $\varphi$ » (фи) или «Ш».

Счет широты ведется от экватора к северному (PN) или южному (PS) полюсам.

Предел изменения широты от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  (на экваторе  $\varphi = 0^\circ$ , на полюсах  $\varphi = 90^\circ$ ).

Или,

Географическая широта места – угол от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , измеренный между линией, проведенной из места наблюдателя до центра Земли и плоскостью экватора.

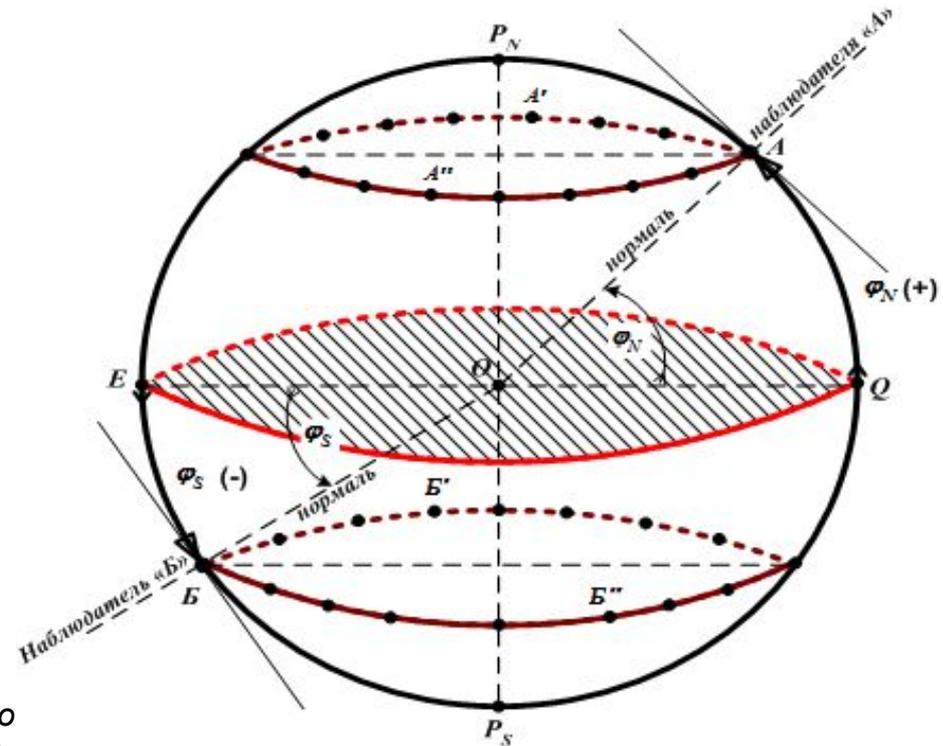
Если точка (т. А рис Географическая широта) находится в северном полушарии, то широте дается наименование **северная (нордовая)** и обозначается буквой А и при вычислениях северная или нордовая широта имеет знак «+».

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

Все точки, расположенные на одной параллели имеют одинаковую широту ( $\varphi_A = \varphi_{A'} = \varphi_{A''}$  и  $\varphi_B = \varphi_{B'} = \varphi_{B''}$ ).

Параллели на карте наносятся горизонтальными линиями, и каждая из них соответствует определённой, указанной широте.

То есть широта характеризуется параллелью.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

**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  $180^\circ$  (рис.).

Если точка (т. А) находится в восточном (истовом) полушарии (к востоку от Гринвича), то ее долготе дается наименование **восточная (истовая)** и обозначается буквой **Е (ист)**,

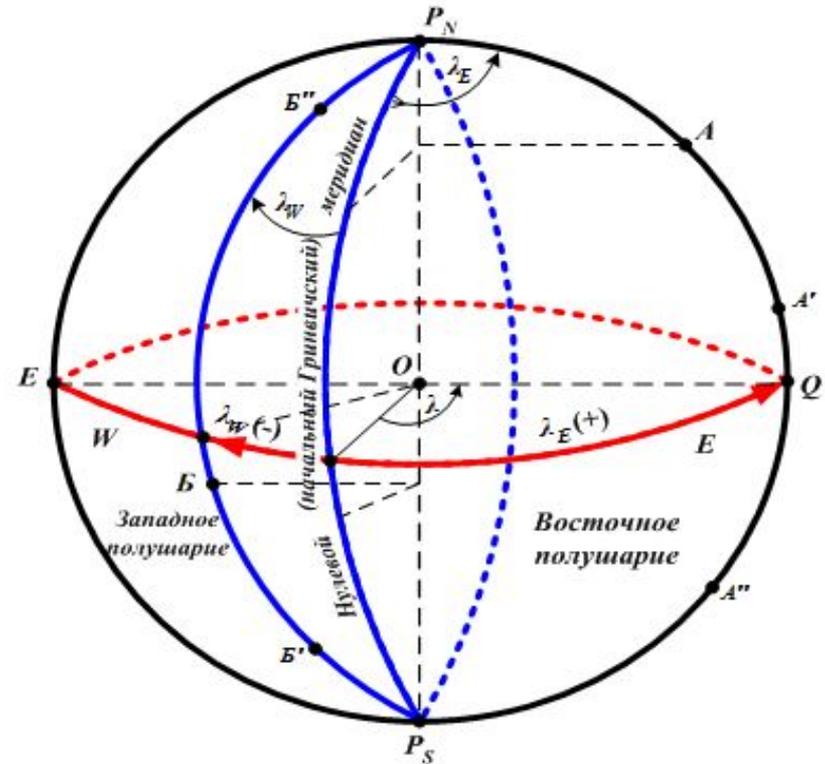
а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Если же точка (т. Б) находится в западном полушарии (к западу от Гринвича), 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  $180^\circ$ .

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



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

#### Относительное расположение двух точек на земной поверхности: РШ, РД.

Географические координаты однозначно определяют положение точки на земной поверхности.

Но при плавании судна в море, при переходе его из одной точки в другую происходит изменение координат его места.

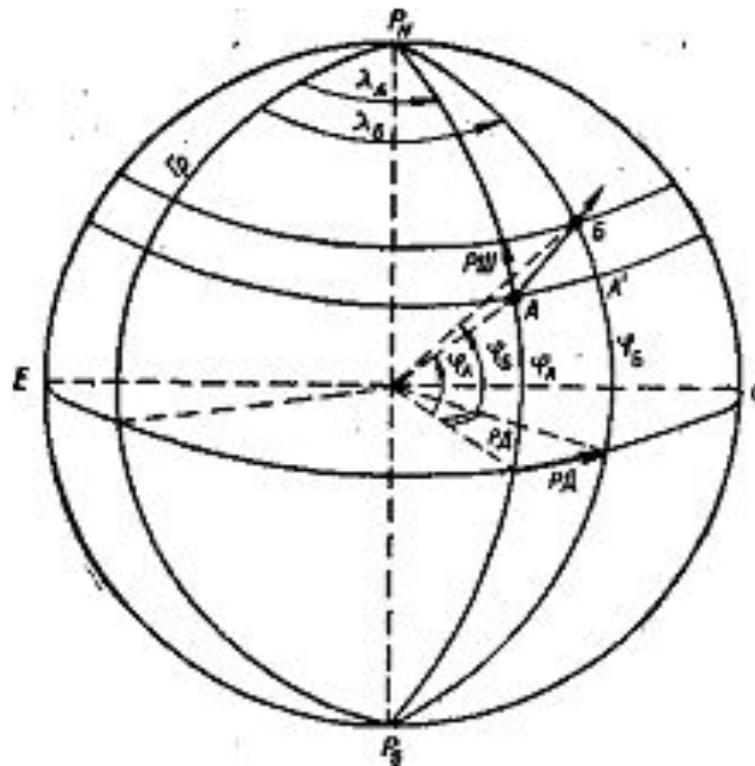
1). Начальная широта (пункта отхода)  $\varphi_1 = 45^\circ \text{ N}$ ;  
конечная широта (пункта прихода)  $\varphi_2 = 90^\circ \text{ N}$ .

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (+ 90^\circ) - (+ 45^\circ) = + 45^\circ$ ,  
к северу (потому что при увеличении широты мы всегда движемся в сторону соответствующего полюса и наоборот, при уменьшении – от него).

2). Начальная широта (пункта отхода)  $\varphi_1 = 45^\circ \text{ N}$ ,  
конечная широта (пункта прихода)  $\varphi_2 = 90^\circ \text{ S}$ .

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (- 90^\circ) - (+ 45^\circ) = - 135^\circ$ , к югу  
(сначала у нас уменьшалась северная широта – значит, мы шли от северного полюса, ясное дело, к южному, куда же ещё; а потом, после пересечения экватора, стала увеличиваться южная широта – опять же к южному полюсу шли – вот поэтому и  $\Delta\varphi$  – к югу).

Разностью широт (РШ) двух точек на поверхности Земли называется дуга меридиана, заключенная между параллелями этих точек.



# ПМ.5 «Основы судождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1. 1.3 Основные точки, линии и плоскости Земли (полюса, меридианы, экватор, параллели).

#### Относительное расположение двух точек на земной поверхности: РШ, РД.

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 – запасное обозначение.

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

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

(обязательно учитываются знаки каждой долготы).

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»),

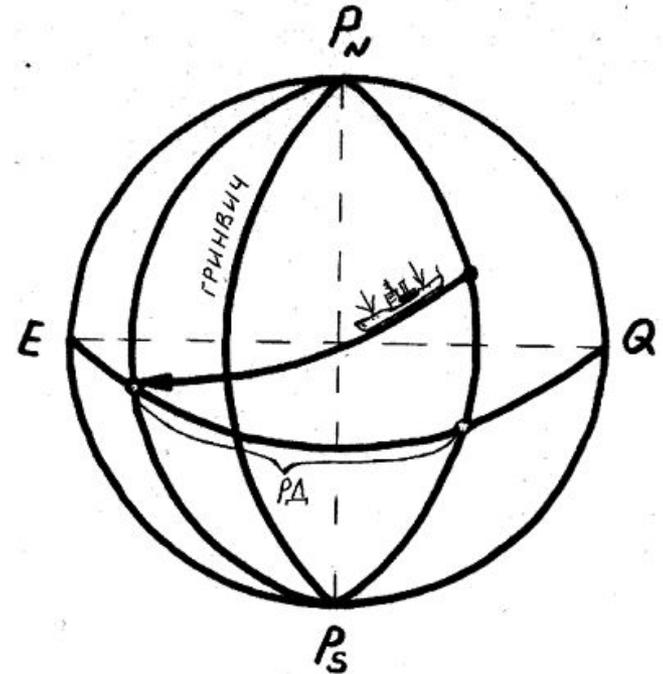
и обозначается – к **W**, а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Разность долгот измеряется в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  (к E или к W).

Если при вычислениях значение  $\Delta\lambda$  превышает  $180^\circ$ ,

то необходимо абсолютное значение полученного результата отнять от  $360^\circ$ ,

а наименование разности долгот (знак) изменить на противоположное.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.4. Нанесение и снятие приближенных координат с карты и глобуса;



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.4. снятие приближенных координат с карты и глобуса;



# ШМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.4. Нанесение и снятие приближенных координат с карты и глобуса;

#### Нанесение точки на карту по заданным координатам.

Во избежание ошибок при нанесении точки на морскую навигационную карту, следует, во-первых, обратить внимание на наименование широты и долготы и помнить, что в северном полушарии увеличение широты на карте происходит вверх, в южном - вниз; увеличение восточной долготы происходит вправо, западной - влево. Во-вторых, следует обратить внимание на цену деления шкал широты и долготы на рамке карты.

Задача выполняется с помощью параллельной линейки и циркуля - измерителя. На вертикальной шкале карты отметить карандашом заданную широту, на горизонтальной шкале – заданную долготу и приложить параллельную линейку одним из срезов к параллели, ближайшей к отметке заданной широты.

Раздвигая линейку, переместить ее срез к отметке заданной широты. Установить циркуль на горизонтальной шкале одной ножкой на отметку долготы, другой - на ближайший меридиан и, не меняя раствора циркуля, перенести его к верхнему срезу линейки; одну ножку установить на тот же меридиан, другая укажет положение заданной точки. Точку отметить карандашом.

#### Снятие координат точки.

Координаты точки снимаются с карты с помощью одного циркуля - измерителя. Для снятия широты установить в точке одну ножку циркуля; раздвинуть ножки циркуля так, чтобы вторая ножка оказалась на ближайшей параллели. Чтобы убедиться, что измеренная разность широт верна, второй ножкой описать дугу у параллели; дуга должна касаться параллели только в одной точке.

Для снятия долготы измерить разность долгот между заданной точкой и ближайшим меридианом и перенести раствор циркуля на горизонтальную рамку. Установить ножку циркуля на тот же меридиан, вторая ножка покажет отсчет долготы заданной точки.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.4. Нанесение и снятие приближенных координат с карты и глобуса:

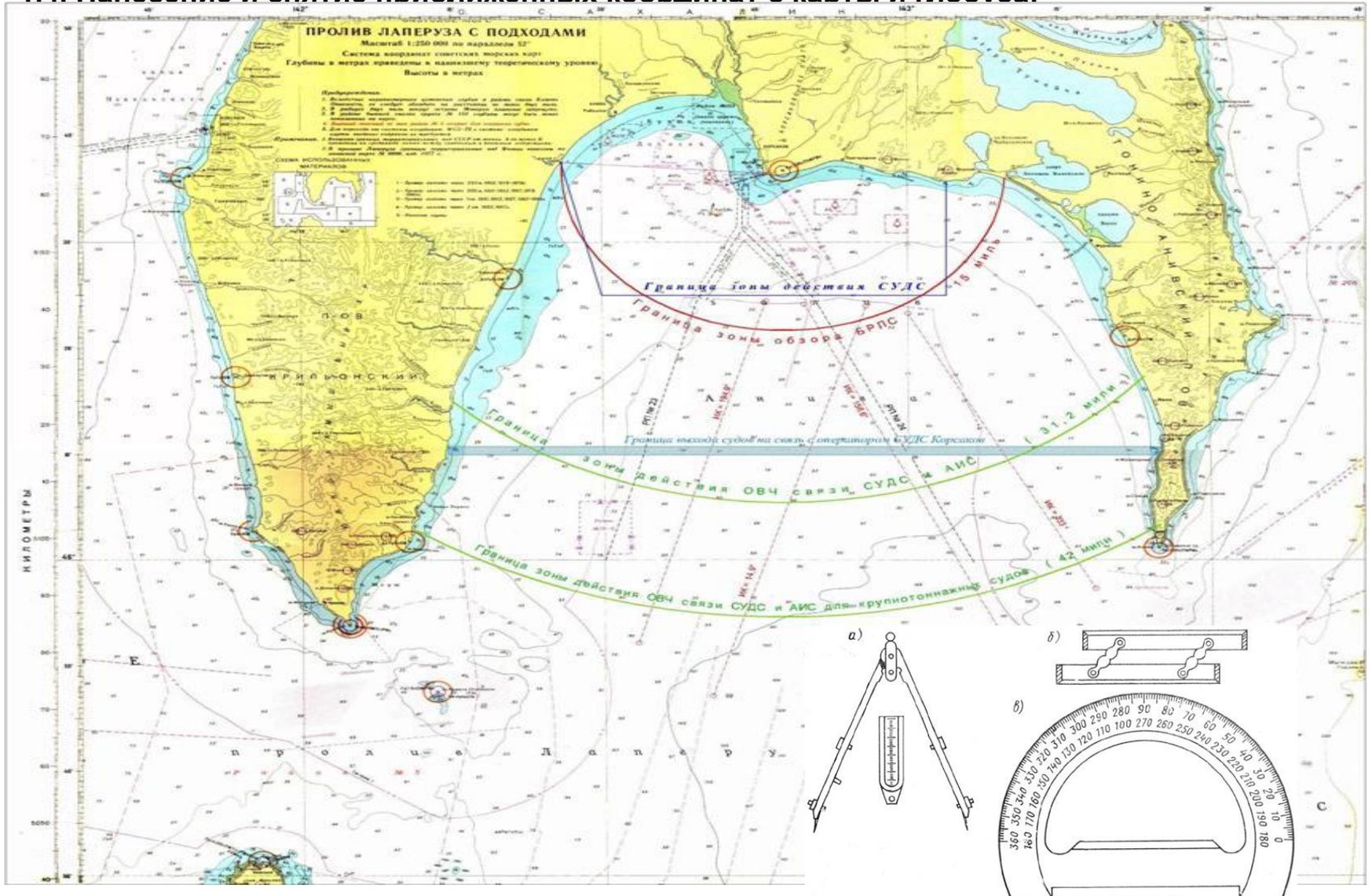


Рис. 44. Прокладочные инструменты

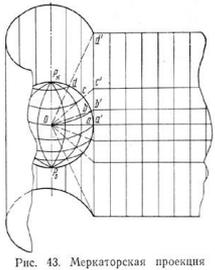


Рис. 43. Меркаторская проекция

## ПМ.5 «Основы судовождения»

### 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

#### 1.5 понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

*Морские навигационные карты* являются одним из важнейших пособий для обеспечения безопасного плавания судов. На морские навигационные карты наносят отдельные участки моря с указанием глубин и грунтов, очертания береговой линии и рельефа, навигационные знаки и опасности.

Способ условного изображения поверхности Земли на плоскости называют *картографической проекцией*. Известно, что при плавании судна одним и тем же неизменным курсом его путь на поверхности земного шара изобразится кривой линией, называемой *локсодромией* («косой бег»), которая пересекает все меридианы под одним углом.

Поскольку поверхность Земли имеет форму шара, то ее изображение на плоскости невозможно осуществить без искажений. Значит, не существует такой картографической проекции, которая бы не искажала изображаемую на ней земную поверхность. Из большого числа различных картографических проекций можно, однако, подобрать такую, которая удовлетворяла бы основные требования, предъявляемые к морской карте.

1. **линия локсодромии (постоянного курса) изображается на морской карте в виде прямой линии**, как наиболее простой, прокладка которой осуществляется с помощью линейки и транспортира.
2. Величины всех углов на карте должны соответствовать тем же углам на местности, и, следовательно, форма очертаний суши и различных предметов на земной поверхности будет соответствовать их изображениям на карте. Это значит, что **картографическая проекция должна быть равноугольной**.

# ПМ.5 «Основы судождения»

## 1. Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.5 понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

Таким образом, **углы, измеренные штурманом между какими-либо ориентирами на местности, будут соответствовать углам между теми же ориентирами на карте**, отвечающей последнему условию. Зрительное восприятие района плавания будет соответствовать его изображению на карте.

Наиболее полно таким требованиям удовлетворяет **равноугольная нормальная цилиндрическая** (меркаторская) **проекция**, которая до настоящего времени применяется как основная при построении морских навигационных карт.

Эта проекция была предложена, в 1569 г. голландским ученым картографом Герардом Кремером, носившим псевдоним Меркатор. Он предложил новые математически обоснованные принципы построения карт, в частности несколько картографических проекций, из которых наиболее известна цилиндрическая равноугольная проекция карты. Эта проекция под названием меркаторской получила всеобщее распространение, и с тех пор и до настоящего времени в этой проекции составляются морские навигационные карты и другие, требующие точного изображения углов.

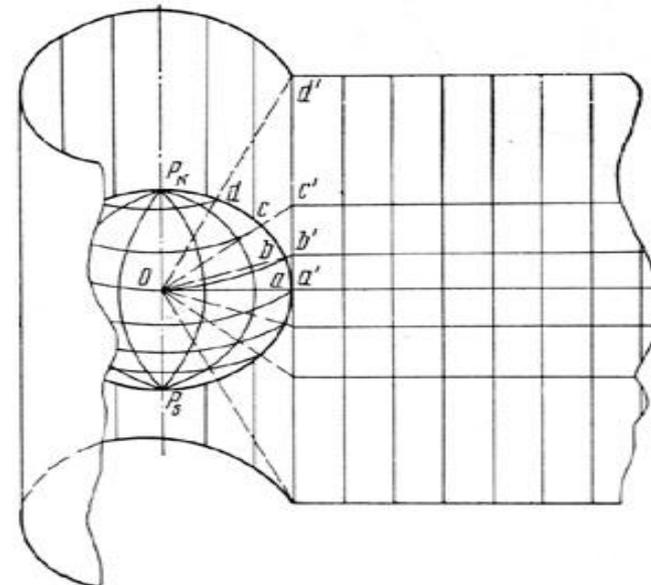


Рис. 43. Меркаторская проекция

Проекция позволяет изображать географические меридианы прямыми и параллельными между собой линиями, перпендикулярными другой системе параллельных между собой прямых линий, являющихся географическими параллелями. Для того чтобы получить меркаторскую проекцию (рис. ), представим себе земной шар, а проще географический глобус, который по экватору «закутан» в цилиндр, ось которого совпадает с осью земного шара (глобуса). Затем спроектируем изображения земных меридианов и параллелей на поверхность цилиндра и развернем его в плоскость.

# ПМ.5 «Основы судождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.5 понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

Все параллели в меркаторской проекции, вытягиваясь, остаются равными длине экватора, а линейная величина каждой минуты широты увеличивается с возрастанием широты. Длина параллелей и меридианов увеличивается одинаково в **sec  $\varphi$**  раз.

Т.о., **подобие фигур и равенство углов между определенными направлениями сохраняются**. Следовательно, и первое, и второе требования к проекции морской карты оказались выполненными.

**Масштабом карты** называется отношение длины какой-либо линии на карте к действительной длине этой же линии на земной поверхности. С некоторым допущением то же определение можно отнести к картам более мелкого масштаба. Масштабы бывают числовые и линейные. Масштаб, выраженный в виде дроби, числитель которой единица, а знаменатель — число, показывающее, скольким единицам длины на поверхности Земли равна единица длины на карте, называется числовым, или численным. Например, 1:100000 означает, что одной единице длины на карте соответствует 100 000 таких же единиц на земной поверхности (1 см на карте, например, равен 100 000 см на местности).

Масштаб, показывающий, сколько более крупных единиц длины на местности содержится в одной более мелкой единице длины на карте, называется линейным. Например, 10 км в 1 см или 3 мили в 1 см.

**На морских картах в меркаторской проекции линейный масштаб изображается делениями боковых рамок карты.** Так как меридианы в меркаторской проекции растягиваются с увеличением широты, то длина изображения на такой карте 1' широты, или одной морской мили, по мере удаления от экватора будет увеличиваться. **При измерении расстояний на карте следует пользоваться боковой рамкой карты на той же параллели, что и измеряемое расстояние.**

# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.5 понятие о морской навигационной карте, задачи, решаемые на морских навигационных картах).

**Морские навигационные карты по своему содержанию и масштабу делятся на генеральные, путевые, частные и планы.**

**Генеральные карты** изображают целые моря, океаны или их части. Эти карты служат для общего изучения условий плавания, на них выполняют предварительную прокладку перехода и делают общие расчеты, связанные с рейсом. Масштаб генеральных карт 1:500000 и мельче.

На **путевых картах** изображают отдельные районы перехода судна и содержатся все необходимые подробности для безопасного плавания и подхода к берегу. Издаются путевые карты в масштабах от 1:100000 до 1:300000. На путевых картах ведется прокладка пути судна и производятся определения его места. Поскольку путевые карты изображают отдельные части моря, то по мере продвижения судна приходится переходить с одной карты на другую.

**Частные карты** предназначены для плавания вблизи берегов и в стесненных районах — проливах, шхерах, подходах к портам и т. д. Масштабы частных карт 1:50000 и крупнее.

**Планы** содержат изображения со всеми подробностями бухт, гаваней, рейдов и предназначены для входа в порты, прохода узкостей и составляются в масштабах 1:20000 и крупнее.

Прежде чем пользоваться морской картой, следует ее внимательно изучить. Чтобы уметь читать карту, необходимо разбираться во всех условных обозначениях и дополняющих их сокращенных надписях, нанесенных на карту, «расшифровки» которых помещены в книге «Условные знаки для морских карт и планов».

Изучая карту, следует начинать с чтения ее заголовка, примечаний и предостережений, помещенных на карте. Затем надо ознакомиться с навигационно-географическими данными района, глубинами, грунтами, навигационными опасностями, береговой чертой, навигационными знаками, маяками, огнями. внимание следует уделить изучению опасностей (рифов, банок, затонувших на небольшой глубине судов) и их навигационного ограждения.

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.5.1 задачи, решаемые на морских навигационных картах.

**Снять с карты координаты заданной точки.** эту задачу можно выполнить с помощью циркуля-измерителя. Для снятия широты одну ножку циркуля ставят в заданную точку, а другую так подводят к ближайшей параллели, чтобы описанная циркулем дуга ее касалась. Не изменяя угла раствора ножек циркуля, подносят его к вертикальной рамке карты и ставят одну ножку на параллель, до которой измерялось расстояние. Другую ножку ставят на внутреннюю половину вертикальной рамки в сторону заданной точки и снимают отсчет широты с точностью до 0,1 наименьшего деления рамки. Долготу заданной точки определяют таким же образом, только расстояние измеряют до ближайшего меридиана, а отсчет долготы снимают по верхней или нижней рамке карты.

**Нанести точку по заданным координатам.** Работу выполняют обычно с помощью параллельной линейки и циркуля-измерителя. Линейку прикладывают к ближайшей параллели и отодвигают одну ее половину до заданной широты. Затем раствором циркуля берут расстояние от ближайшего меридиана до заданной долготы по верхней или нижней рамке карты. Одну ножку циркуля ставят у среза линейки на тот же меридиан, а другой ножкой делают слабый укол также у среза линейки в сторону заданной долготы. Место укола и будет являться заданной точкой



# ПМ.5«Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 1.5.1 задачи, решаемые на морских навигационных картах.

**Измерить расстояние между двумя точками на карте или отложить известное расстояние от заданной точки.** Если расстояние между точками небольшое и может быть измерено одним раствором циркуля, то ножки циркуля ставят в одну и другую точки, не меняя его раствора, приставляют к боковой рамке карты в той же примерно широте, в которой лежит измеряемое расстояние.

Большое расстояние при измерении разбивают на части. Каждую часть расстояния измеряют милями в широте данного участка. Можно также раствором циркуля взять с боковой рамки карты "круглое" число миль (10,20 и т. д.) и сосчитать, сколько раз уложить это число по всей измеряемой линии. При этом мили снимают с боковой рамки карты примерно против середины измеряемой линии. Остаток расстояния измеряют обычным способом. Если нужно отложить от заданной точки небольшое расстояние, то его снимают циркулем с боковой рамки карты и откладывают на проложенной линии. Расстояние берут с рамки примерно в широте заданной точки с учетом его направления. Если откладываемое расстояние большое, то берут с рамки карты примерно против середины заданного расстояния 10, 20 миль, и т.д. и откладывают нужное число раз. От последней точки отмеряют остаток расстояния.

**Измерить направление проложенной на карте линии истинного курса или пеленга.** Параллельную линейку прикладывают к линии на карте и приставляют к срезу линейки транспортир. Транспортир перемещают вдоль линейки до тех пор, пока его центральный штрих не совпадет с каким-либо меридианом. Деление на транспортире, через которое проходит тот же меридиан, соответствует направлению курса или пеленга. Так как на транспортире нанесены два отсчета, то при измерении направления проложенной линии следует учитывать четверть горизонта, в которой лежит заданное направление.



# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении.

**(морская миля, кабельтов; единица скорости – узел; единицы измерения глубины моря и высоты предметов – метры, футы, морские сажени, размерность единиц, таблицы соотношения между единицами измерения)**

Для измерения расстояний в море, глубин, высот береговых ориентиров, а также скоростей судна, ветра и течения в судовождении применяются следующие единицы длины.

Морская миля — единица длины, равная длине одной минуте дуги меридиана земного эллипсоида.

1 миля = 1852,23 м

Кабельтов— единица длины, равная 0,1 мили, т. е. 185,2 м. В кабельтовых измеряют небольшие расстояния на море:

- расстояния между судами при оценке безопасности плавания;
- дальности, измеренные радиолокационными станциями.

*Морская миля - средняя длина дуги одной минуты земного меридиана.*

*Длина дуги одной минуты земного меридиана  $1' = 1852,23 - 9,34 \cos 2\varphi$ , где  $\varphi$  - широта места судна в градусах.*

*Длина морской мили, принятая в России, - 1852,00 метра. Приблизительно 6080 футов.*

*Почему именно 1852? Если принять форму Земли за шар, то длина окружности по меридиану равна будет 40 000 000 метров.*

*Отсюда  $40\,000\,000\text{ м} : 360^\circ = 40\,000\,000 : 360 \cdot 60' = 40\,000\,000 : 21\,600' = 1851,85$  метров в  $1'$ .*

Узел - одна морская миля в час (1,852 км/час) или 0,514 м/с (метров в секунду).

При решении некоторых задач скорость судов удобно выражать в кабельтовых в минуту (каб/мин).

Скорость судна в кабельтовых в минуту используется для расчета пройденных расстояний за малые промежутки времени, измеряемые минутами.

*Узел - это линейная скорость, составляющая 1 морскую милю в 1 час. Термин "узел" появился в эпоху парусного мореплавания, когда скорость хода судна измеряли с помощью так называемого секторного лага - деревянного щитка секторообразной формы, выпускаемого с кормы судна в воду на лаггине (плетеном тросике).*

*Такой сектор удерживался отростками лаггиня в трех точках, благодаря чему сохранял в воде перпендикулярное положение к направлению хода судна.*

*Так как сектор тормозится водой, то лаггиль вытравливался приблизительно со скоростью хода судна. Если лаггиль был с помощью узелков разбит на участки по 50,7 фута, то есть равные  $1\frac{1}{20}$  мили ( $6080\frac{1}{50,7}=120$ ), тогда при скорости хода в 1 узел лаггиль за 1 минуту или за  $1\frac{1}{60}$  часа вытравится на  $1\frac{1}{60}$  мили (2 узелка), а за 0,5 минуты - на 1 узелок. Если же за 0,5 минуты вытравливалось, например, 9 узелков, то считалось, что судно идет со скоростью 9 узлов.*

# ПМ.5«Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении.

**(морская миля, кабельтов; единица скорости – узел; единицы измерения глубины моря и высоты предметов – метры, футы, морские сажени, размерность единиц, таблицы соотношения между единицами измерения)**

Глубины морей и океанов, высоты гор и других ориентиров над уровнем моря выражаются в метрах.

При пользовании английскими картами и другими пособиями по судовождению можно встретить другие единицы длины:

сажень морская — единица длины, равная 1,83 м. Применяется для обозначения глубин на английских картах;

фут — единица длины, равная 30,48 см (0,3048 м) . Применяется для измерения высот предметов на берегу и малых глубин.

Скорость ветра, скорость звука в воде и ряд других скоростей в судовождении выражают в метрах в секунду (м/с).

#### Англо-американская система мер:

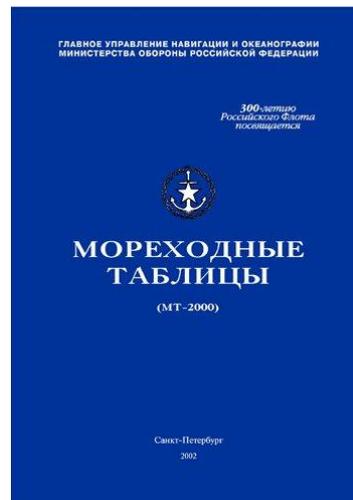
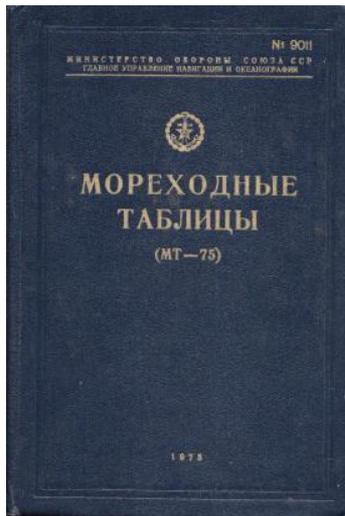
1 миля сухопутная=1,6093 км 1 миля английская=1,5240 км 1 миля морская=1,8532 км  
1 фулонг=201,168 м 1 чейн=20,1168 м 1 пол(лесхоз)=5,4863 м 1 пол,род,перч=5,0292 м  
1 фатом (морская сажень)=182,88 см 1 ярд=91,439 см 1 фут=30,479 см 1 (США) звено=20,1168 см  
1 дюйм=25,399 мм 1 (США) дюйм=25,400 мм 1 линия=2,1167 мм 1 точка=0,3528 мм 1 мил=0,0254 мм  
1 ладонь=10,16 см 1 спэн=22,86 см 1 галлон=4,5436 л 1 (США) галлон=3,7853 л 1 кварта=1,1364 л  
1 (США) кварта жидкая=0,944 л 1 (США) кварта сухая=1,1012 л 1 пинта=0,5682 л 1 (США) пинта жидкая=0,4731 л  
1 (США) пинта сухая=0,5505 л 1 джил=142,1 мл 1 (США) джил=118,3 мл 1 баррель=163,654 л  
1 (США) баррель=115,625 л 1 (США) баррель нефтепродуктов=158,75-158,98 л 1 пек=9,091 л  
1 (США) пек=8,809 л 1 бушель винчестерский=35,236 л 1 коум=145,4707 л 1 (США) коум=140,9532 л  
1 кварталер=290,9414 л 1 (США) кварталер=281,9063 л 1 ласт=2907,81-2909,414 л 1 унция жидкая=0,02957 л  
1 (США) драхма жидкая=3,6966 л 1 анкер=45,435 л 1 фэркин=40,827 л 1 пруф-галлон=2,5944 л  
1 (США) пруф-галлон для спиртов=1,890 л 1 тирс=190,930 л 1 хогсхед или бочонок=286,39548 л  
1 (США) хогсхед или бочонок=238,47579 л 1 пайп, батт или бочка=572,79096 л  
1 (США) пайп, батт или бочка=476,95158 л 1 (США) "длинная" тонна=1016,47 кг  
1 (США) "короткая" тонна=907,185 кг 1 центнер=50,802 кг 1 (США) "длинный" центнер=50,802 кг  
1 (США) "короткий" центнер=45,359 кг 1 фунт коммерческий=453,592 г 1 унция коммерческая=28,3495 г  
1 драхма коммерческая=1,77184 г 1 гран=0,0648 г 1 кварталер=12,7005 кг 1 стон=6,3502 кг 1 фунт=373,267 г  
1 унция=31,1034 г 1 (США) мильер (или метр.тонна)=1000 кг 1 квинтал=1,588 кг  
1 (США) квинтал метрический=100 кг 1 центал=45,3592 кг 1 дойт=0,13499 мг

# ПМ.5 «Основы судовождения»

## Форма и размеры Земли. Географические координаты.

### 2. Единицы длины и скорости, принятые в судовождении.

(морская миля, кабельтов; единица скорости – узел; единицы измерения глубины моря и высоты предметов – метры, футы, морские сажени, размерность единиц, таблицы соотношения между единицами измерения)



### Адмиралтейский № 9011

Мореходные таблицы являются навигационным и учебным пособием. Они разработаны Главным управлением навигации и океанографии Министерства обороны РФ с учетом пожеланий и исправлений штурманов и судоводителей военно-морского, морского, речного и рыбопромыслового флотов.



Спасибо за внимание