

# *Лекция №2*

*Системы высот.*

*Углы ориентирования.*

*Прямая и обратная геодезические задачи на плоскости.*

# ***СИСТЕМЫ ВЫСОТ***

# Высоты бывают

- **Абсолютные** - высоты, отсчитываемые от геоида (от основной уровенной поверхности);
- **Геодезические** - высоты, отсчитываемые от поверхности земного эллипсоида.

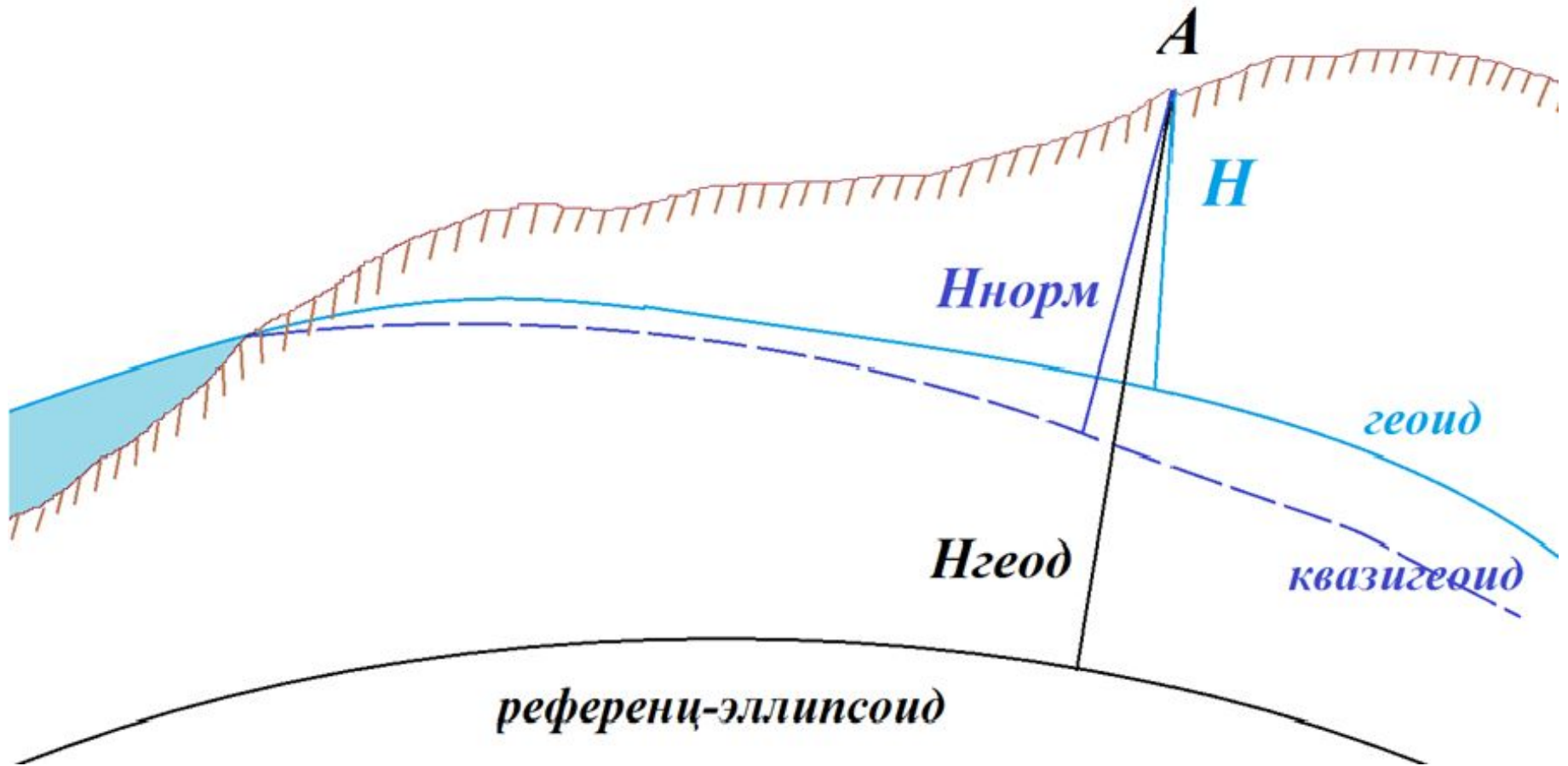
*Геодезическая высота отличается от абсолютной на величину отклонения поверхности геоида от поверхности эллипсоида.*

**КВАЗИГЕОИД** (почти геоид) – условная, вспомогательная поверхность, которая может быть получена по результатам астрономо-гравиметрических измерений.

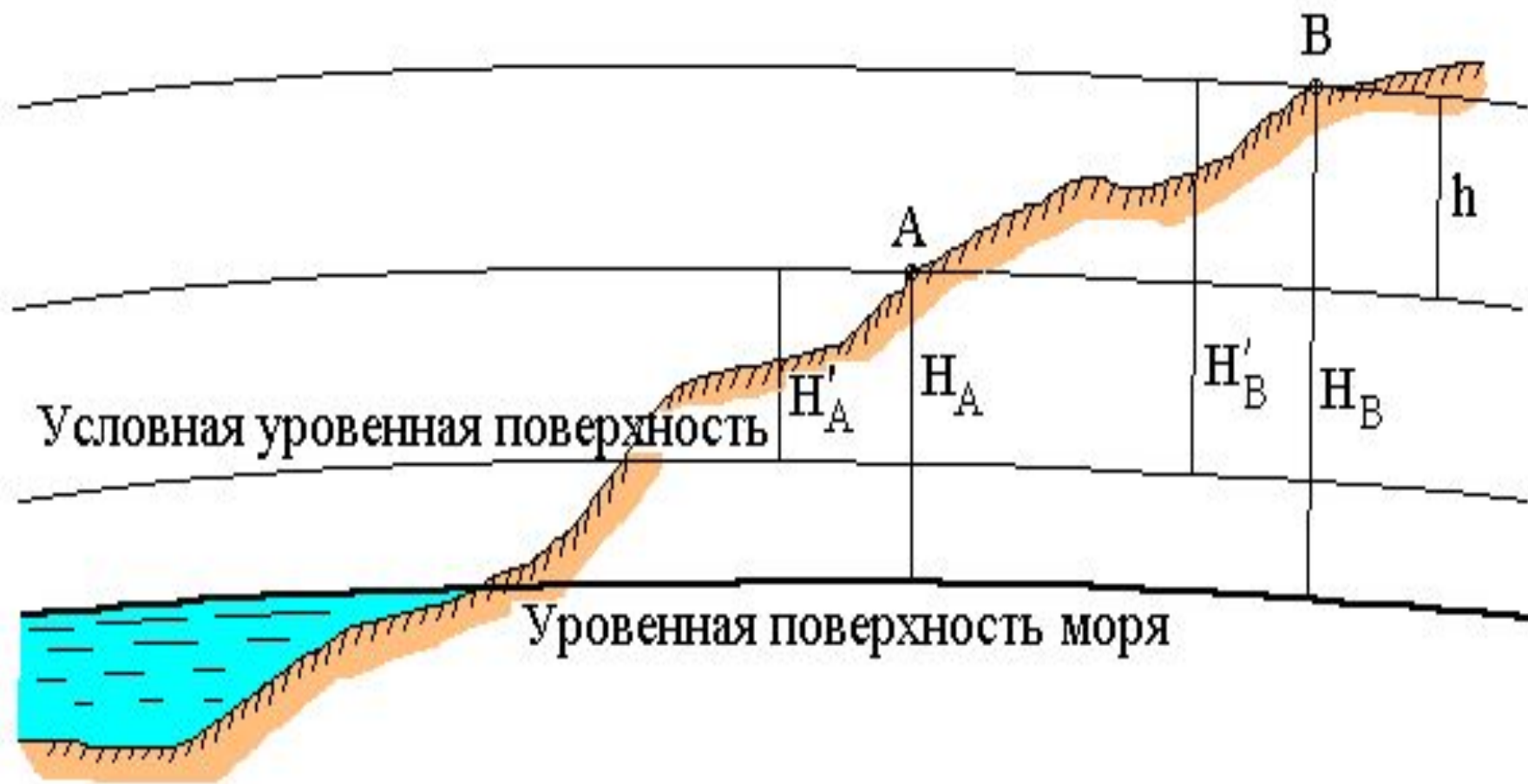
*Высоты, отсчитываемые от поверхности геоида, называются **ортометрическими** высотами, отсчитываемые от поверхности квазигеоида – **нормальными** высотами (используются при высокоточных работах).*

*В инженерной геодезии, различия в двух названных системах высот влияния не оказывают, и в дальнейшем мы их различать не будем, пользуясь обобщенным понятием – **абсолютные** высоты.*

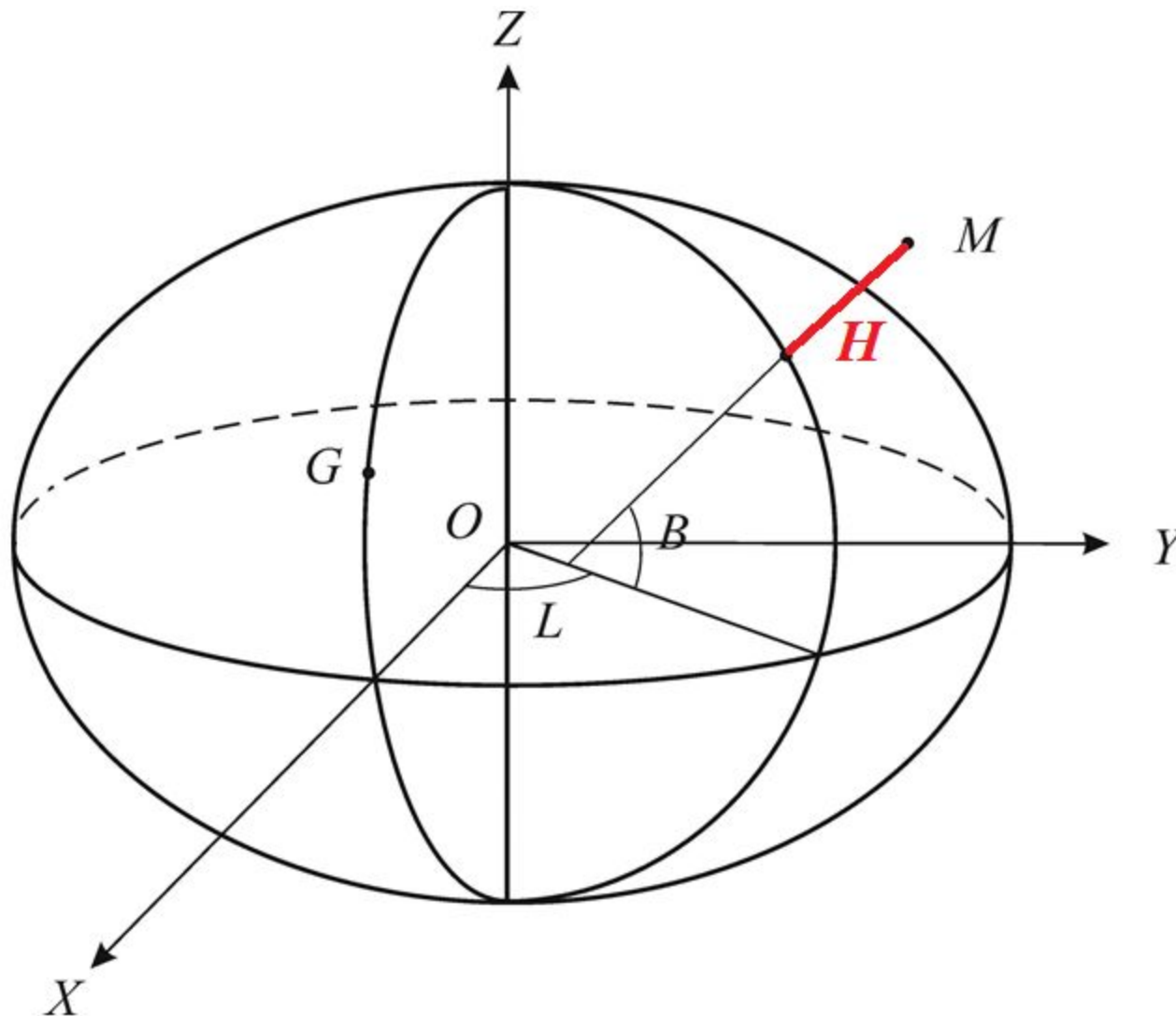
# Системы высот



# Абсолютные высоты



# Геодезическая высота (Hгеод)



# *Кронштадтский футшток*



# Кронштадтский футшток





# *Исходный пункт нивелирной сети страны*



# Кронштадтский футшток

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
РОССИИ



В УСТЕ МОСТА НАХОДИТСЯ  
ИСХОДНЫЙ ПУНКТ  
НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ  
РОССИИ

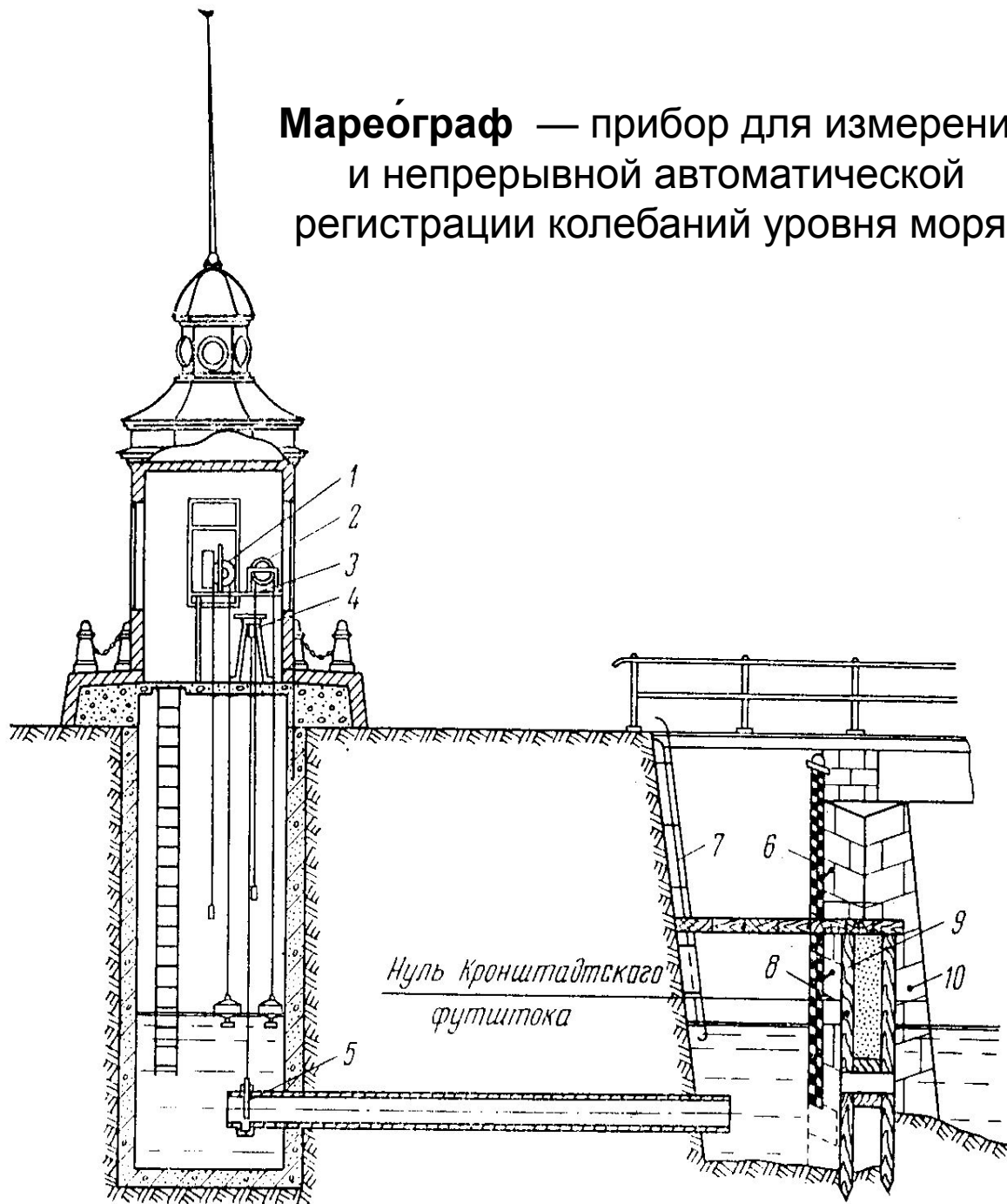
(нуль Кронштадтского  
футштока)

Установлен в 1840 г.  
Реставрирован в 1981 г.  
Охраняется государством

# Устройство Кронштадтского футштока

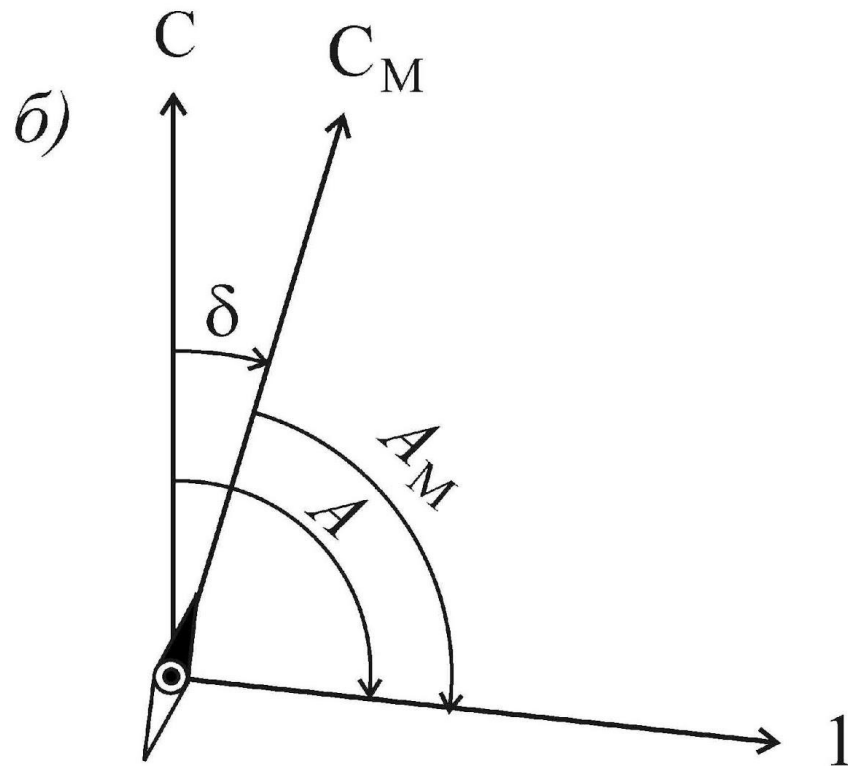
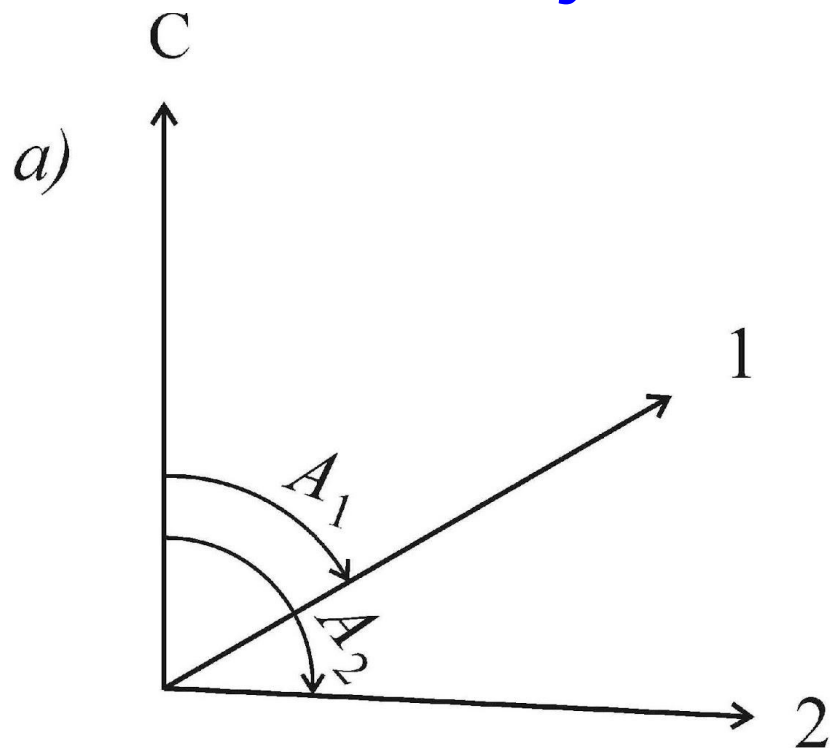
- 1 – мареограф;
- 2 – копинист;
- 3 – столик мареографа;
- 4 – шток задвижки;
- 5 – задвижка Лудло;
- 6 – футшток;
- 7 – металлический трап;
- 8 – пластина Тонберга;
- 9 – отстойник мареографа;
- 10 – устой моста

**Мареограф** — прибор для измерения и непрерывной автоматической регистрации колебаний уровня моря.



# ***УГЛЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ***

## Азимут и магнитный азимут



$A$  — азимут;  
 $C$  — северное направление  
меридиана.

$A_M$  — магнитный азимут;  
 $C_M$  — северное направление магнитной стрелки;  
 $\delta$  — склонение магнитной стрелки.

# Движение северного магнитного полюса



## *Связь азимута и магнитного азимута*

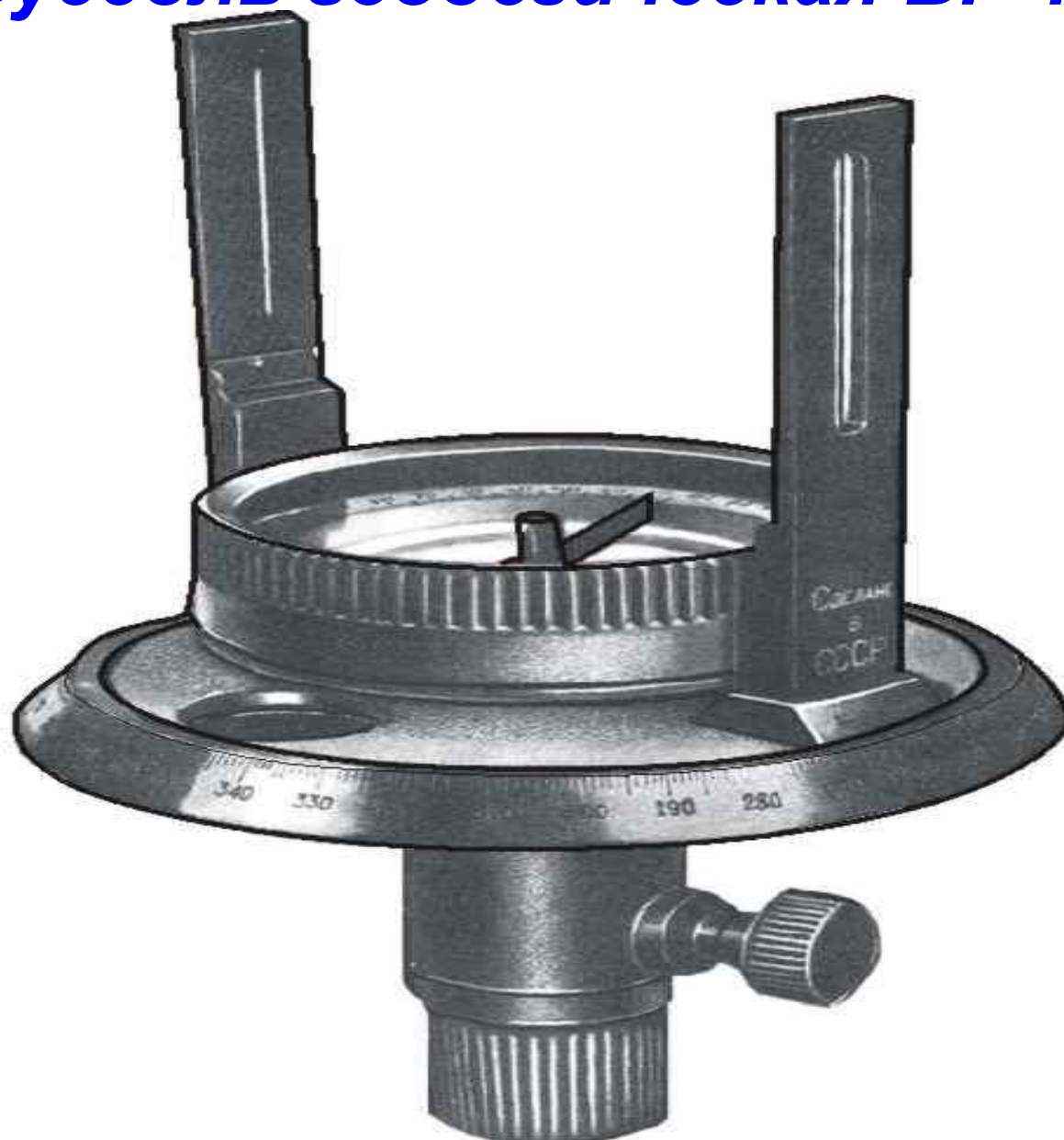
$$A = A_M + \delta;$$

$A$  – азимут;

$A_M$  – магнитный азимут;

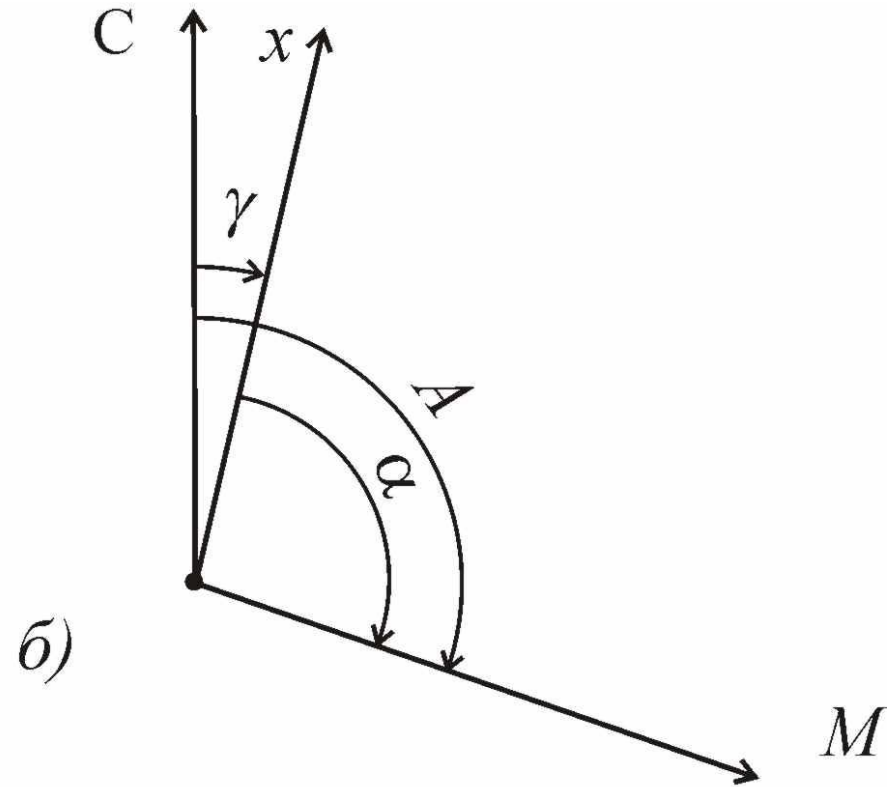
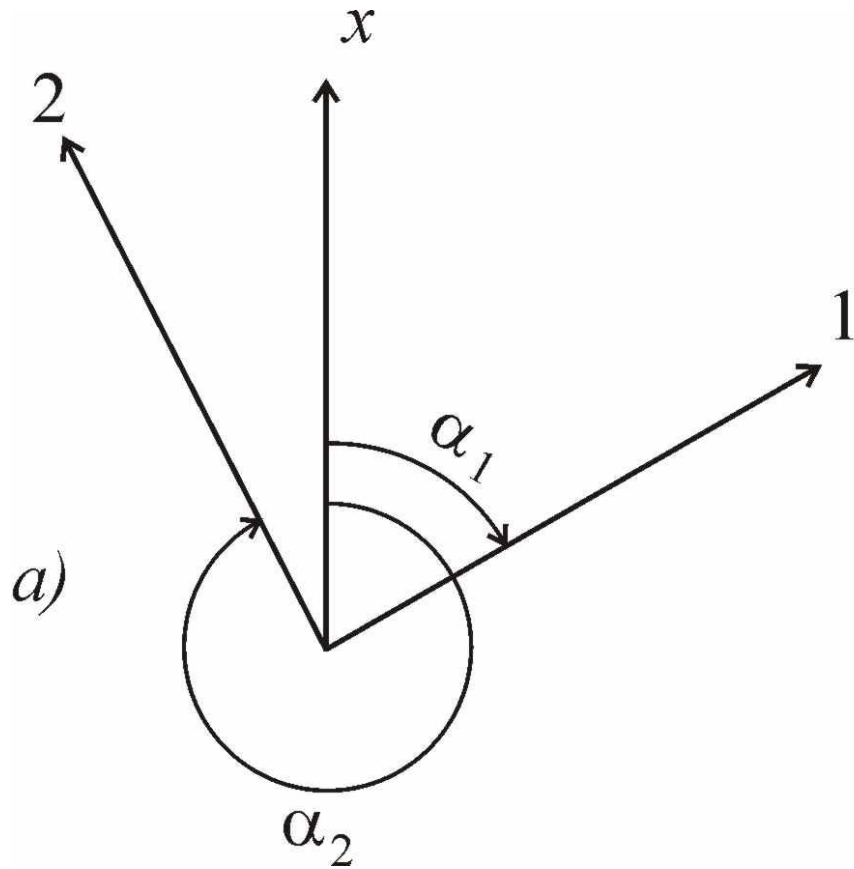
$\delta$  – склонение магнитной стрелки  
(восточное «+», западное «-»).

# *Буссоль геодезическая БГ-1*





# Дирекционный угол



$\alpha$  – дирекционный угол;  
 $x$  – северное направление  
осевого меридиана.

$\gamma$  – сближение меридианов.

## Связь дирекционного угла и азимута

$$A = \alpha + \gamma$$

$A$  – азимут;

$\alpha$  – дирекционный угол;

$\gamma$  – сближение меридианов

(восточное « + », западное « - »).

$$\gamma = \Delta\lambda \sin\phi$$

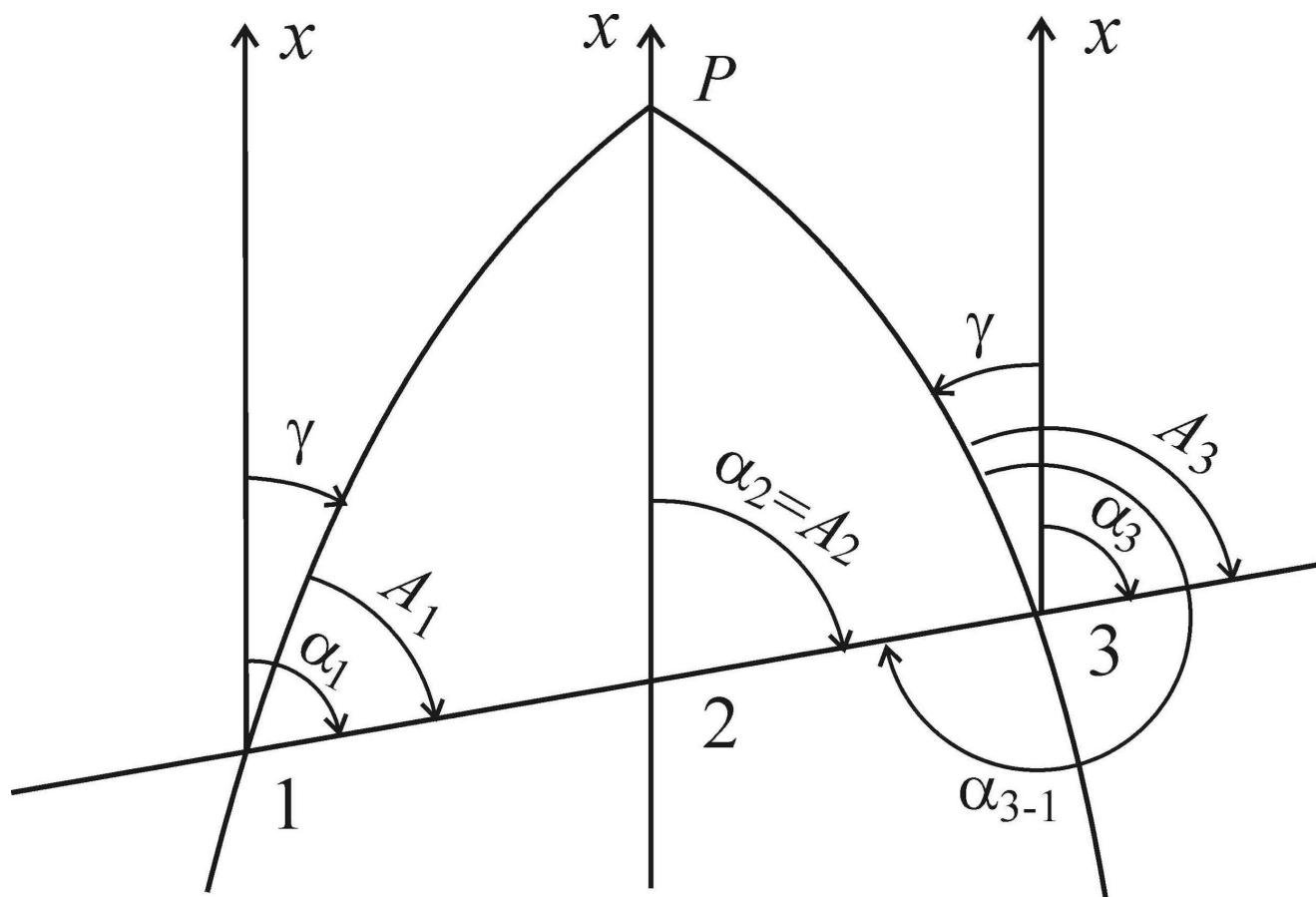
$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

$\lambda$  – долгота географического меридиана данной точки;

$\lambda_0$  – долгота осевого меридиана;

$\phi$  – широта.

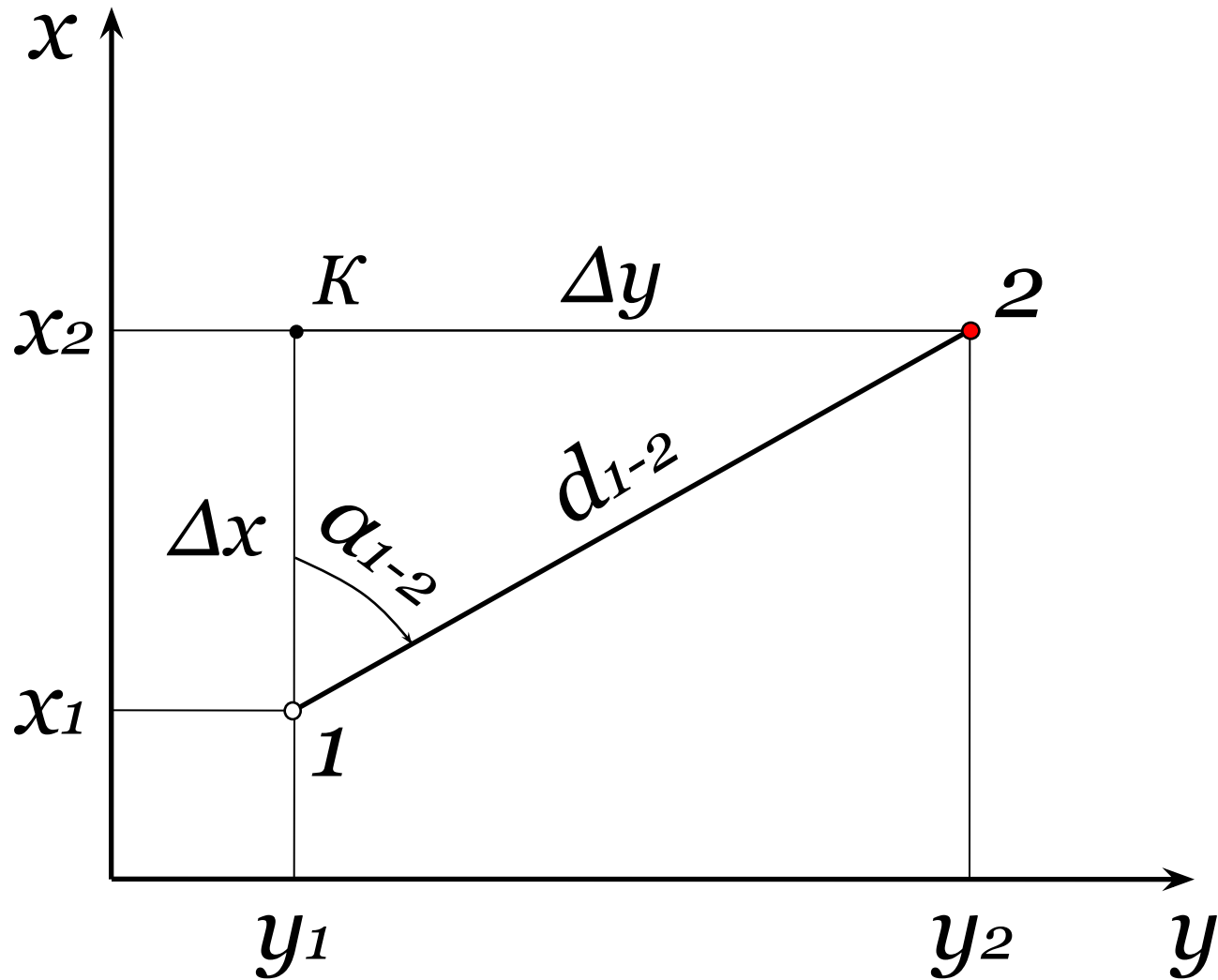
## Связь между азимутами и дирекционными углами



- 1 – в западной половине зоны;
- 2 – на осевом меридиане;
- 3 – в восточной половине зоны.

**ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ  
ЗАДАЧИ НА ПЛОСКОСТИ**

# Прямая геодезическая задача



# Решение прямой геодезической задачи

$$x_2 = x_1 + \Delta x$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y$$

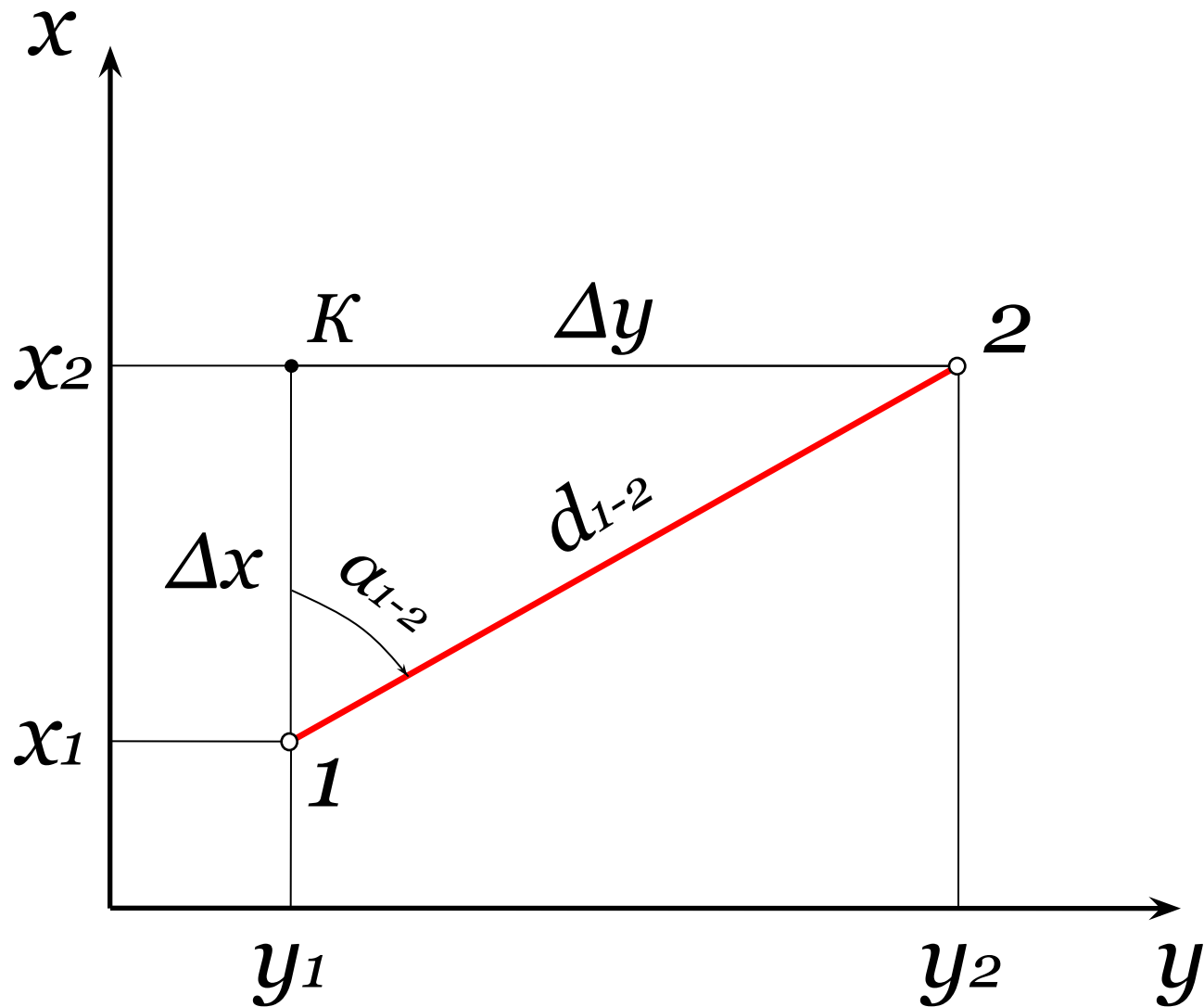
$\Delta x$ ,  $\Delta y$  – приращения координат

$$\Delta x = d_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2};$$

$$\Delta y = d_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2}.$$

$\alpha$  – дирекционный угол

# Обратная геодезическая задача



# Решение обратной геодезической задачи

## Расстояние

$$d_{1-2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

или

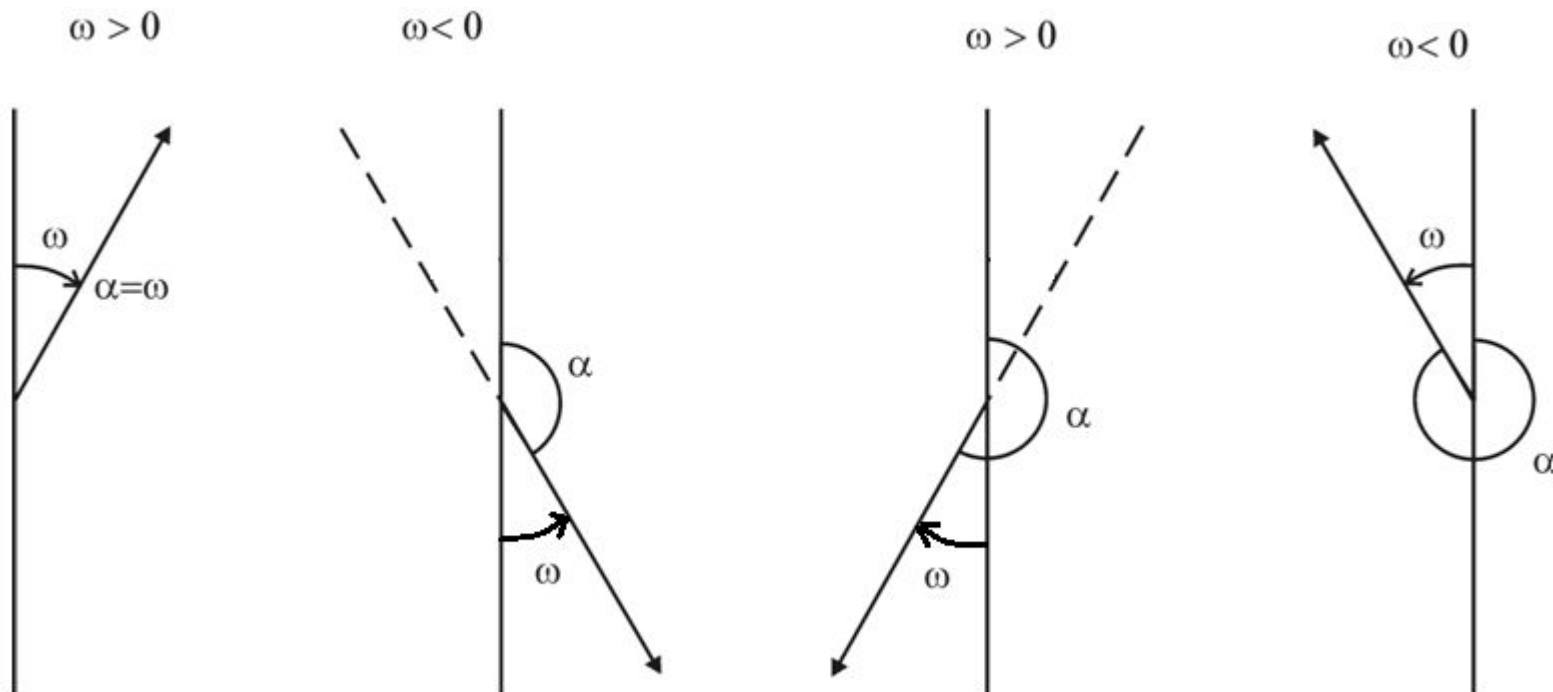
$$d_{1-2} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \alpha_{1-2}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \alpha_{1-2}}$$

## Дирекционный угол

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \rightarrow \omega = \operatorname{arctg} \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)$$



# Дирекционные углы и главные значения арктангенса



	I четверть	II четверть	III четверть	IV четверть
$\Delta x$	+	-	-	+
$\Delta y$	+	+	-	-
$\omega$ (румб)	+	-	+	-
Формулы	$\alpha = \omega$	$\alpha = 180^\circ - \omega$	$\alpha = 180^\circ + \omega$	$\alpha = 360^\circ - \omega$