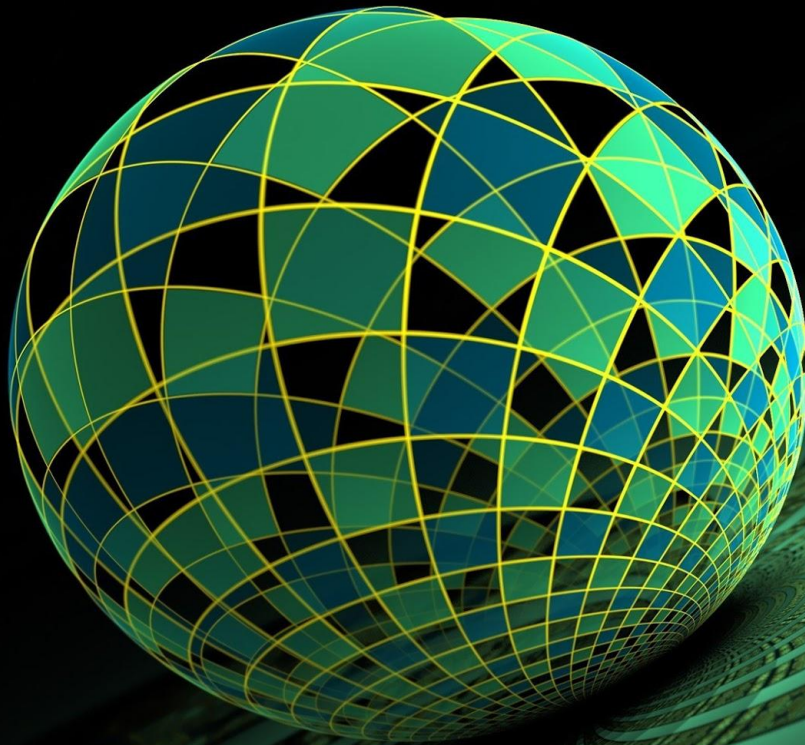
An aerial photograph of a residential neighborhood with a grid of streets, houses, and green spaces. A dark red rounded rectangle with a green border is centered over the image, containing white text.

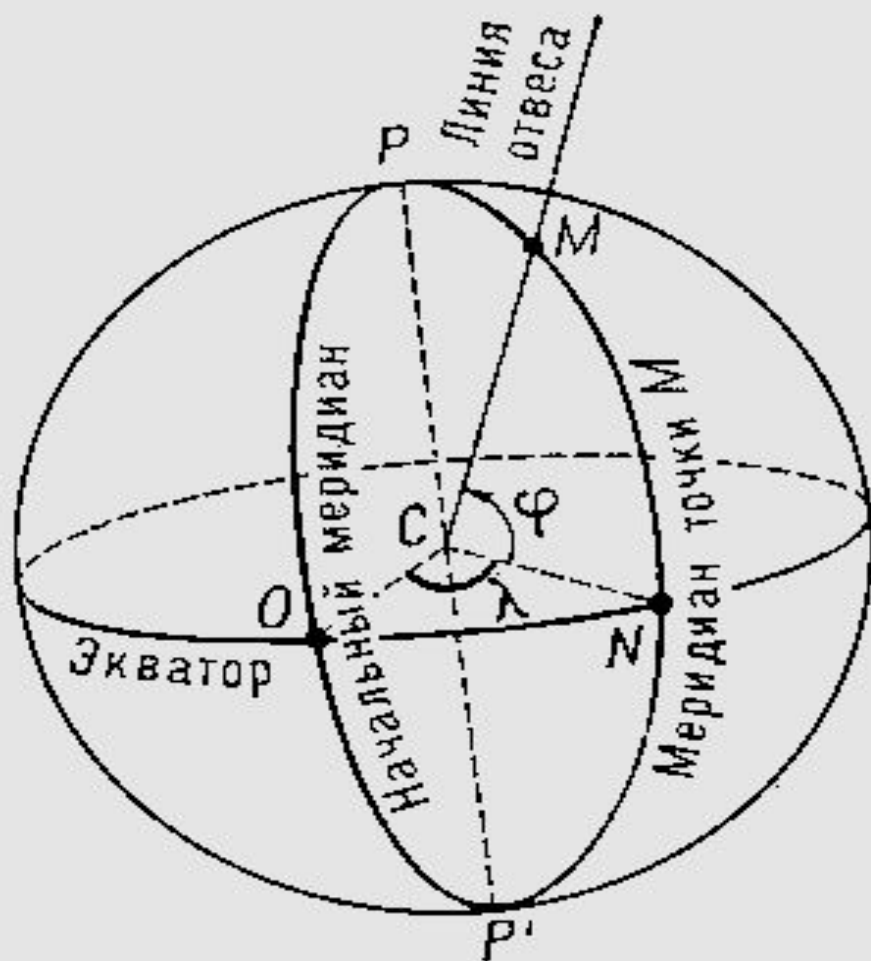
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

# Сферические координаты

(координаты точек на поверхности сферы или эллипсоида)



# АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ



**Астрономическая широта точки** – это угол, образованный отвесной линией в данной точке и плоскостью экватора.

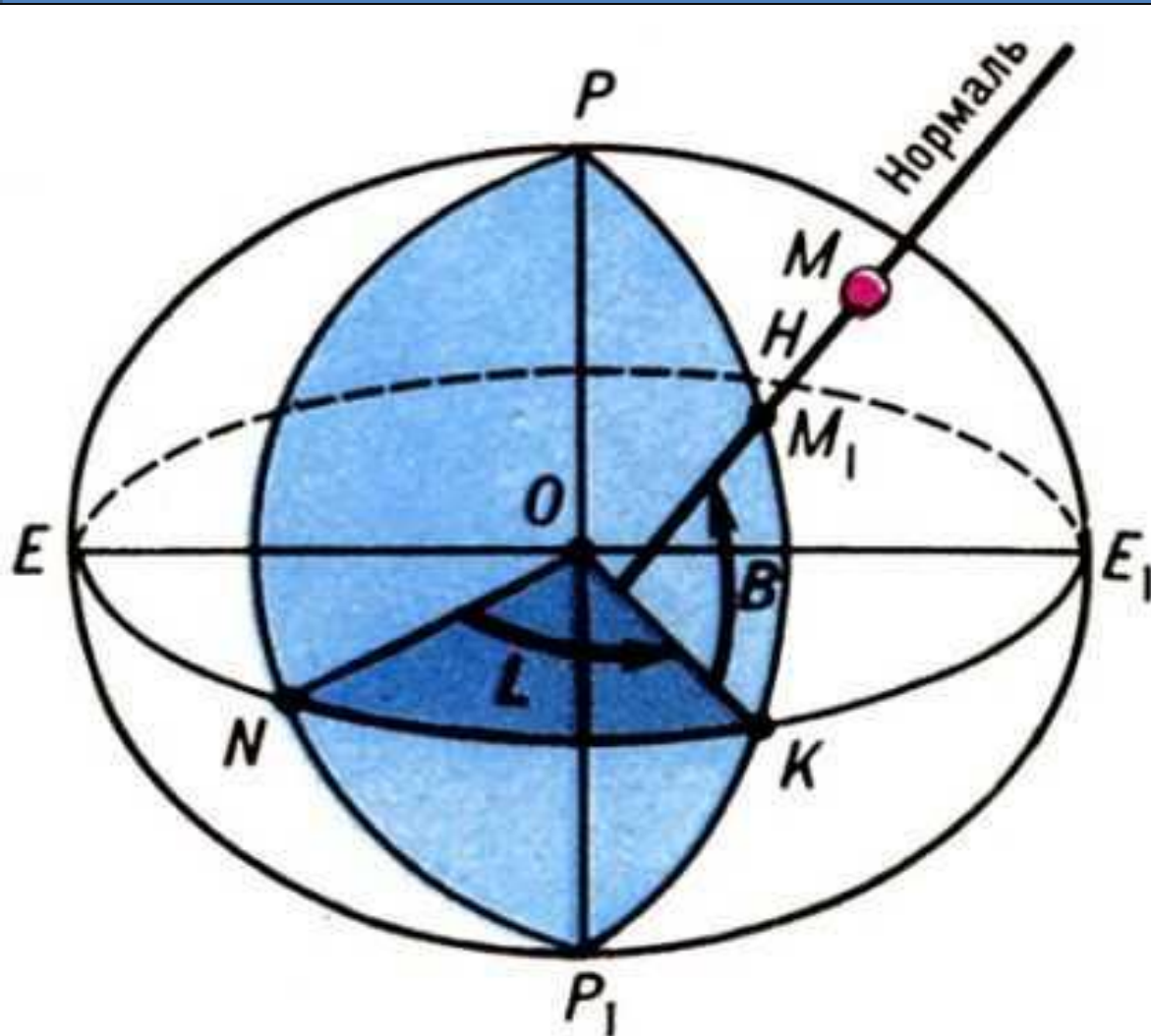
**Астрономическая долгота точки** – это двугранный угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана точки.



## Гринвичский меридиан



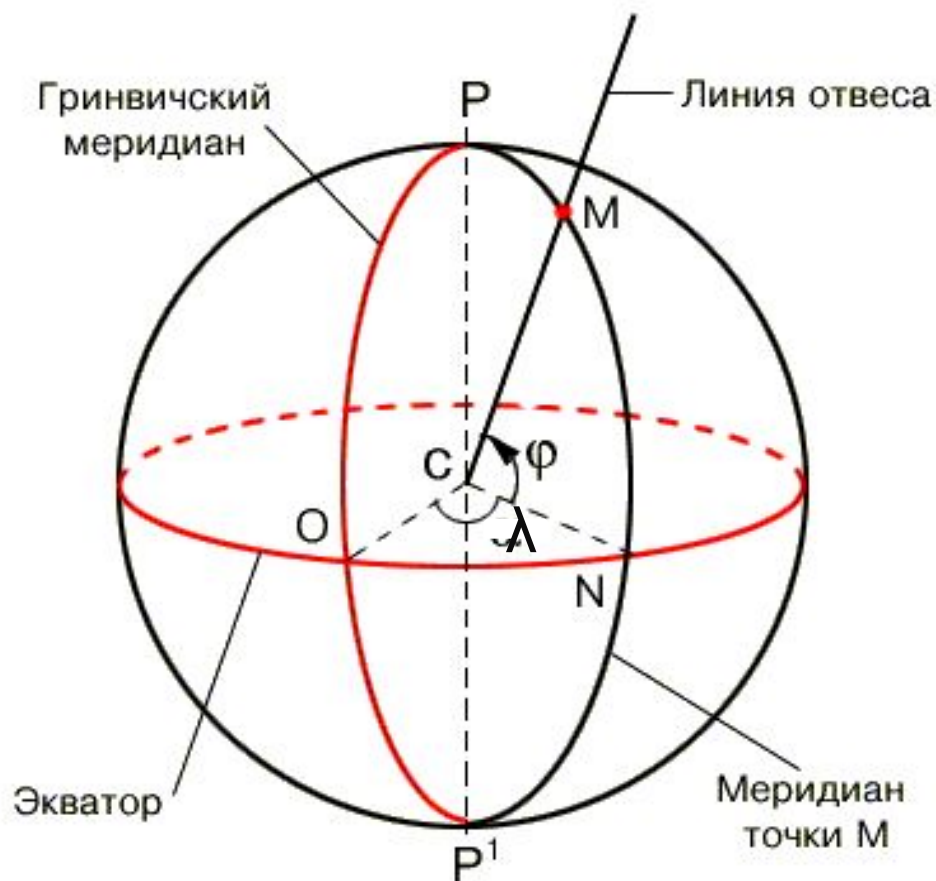
# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ



**Геодезическая широта точки** – это угол, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в этой точке и плоскостью экватора.

**Геодезическая долгота точки** – это двугранный угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана точки.

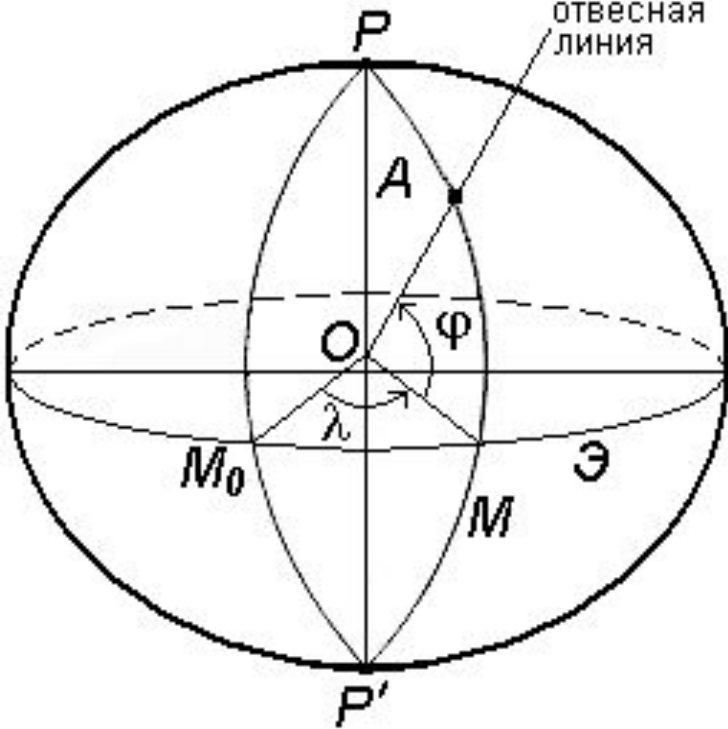
# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ



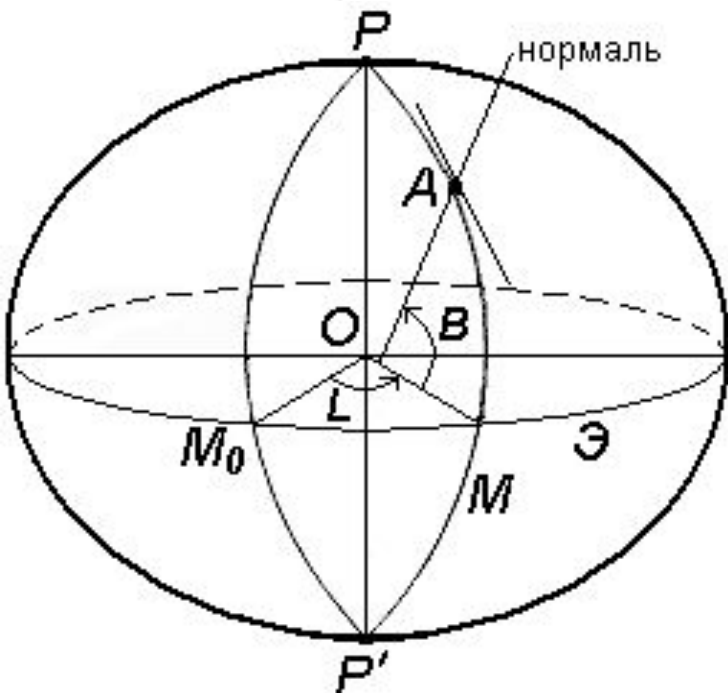
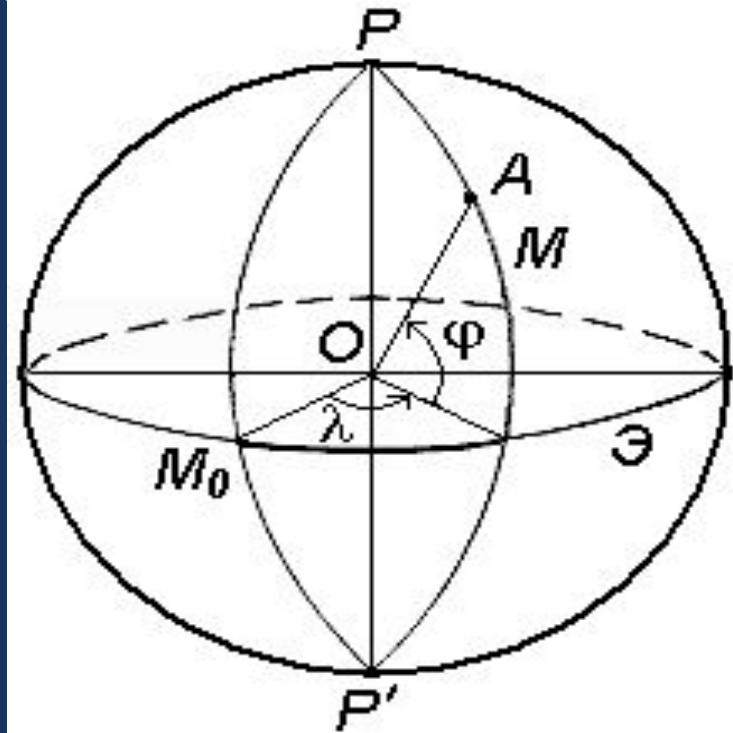
Для инженерно-геодезических работ пренебрегают отклонениями отвесных линий от нормалей.

Астрономические и геодезические координаты не различают, используя их общее название – **географические координаты.**

# Астрономические координаты



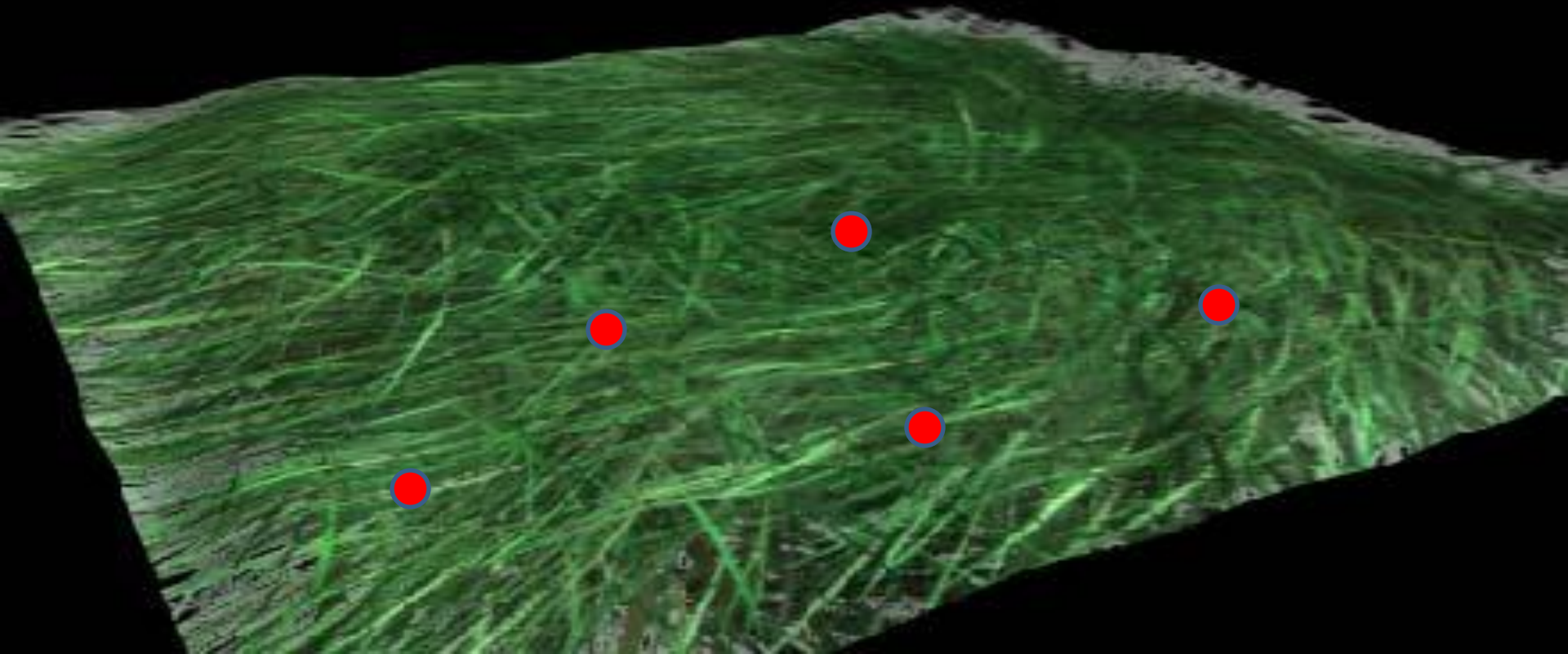
# Географические координаты



# Геодезические координаты

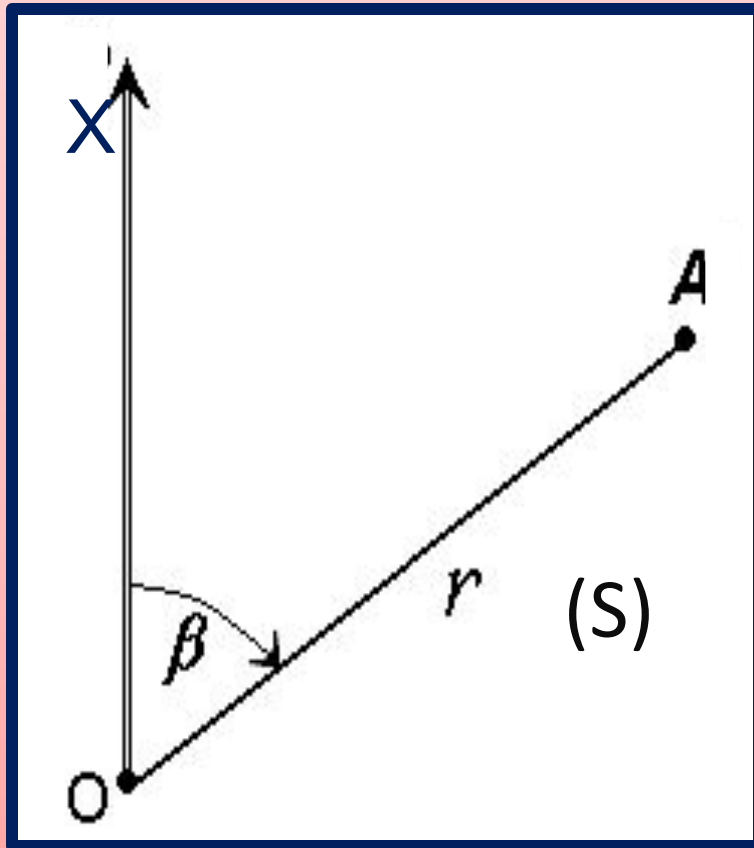
# Плоские координаты

(координаты точек на плоскости)





# Полярные координаты



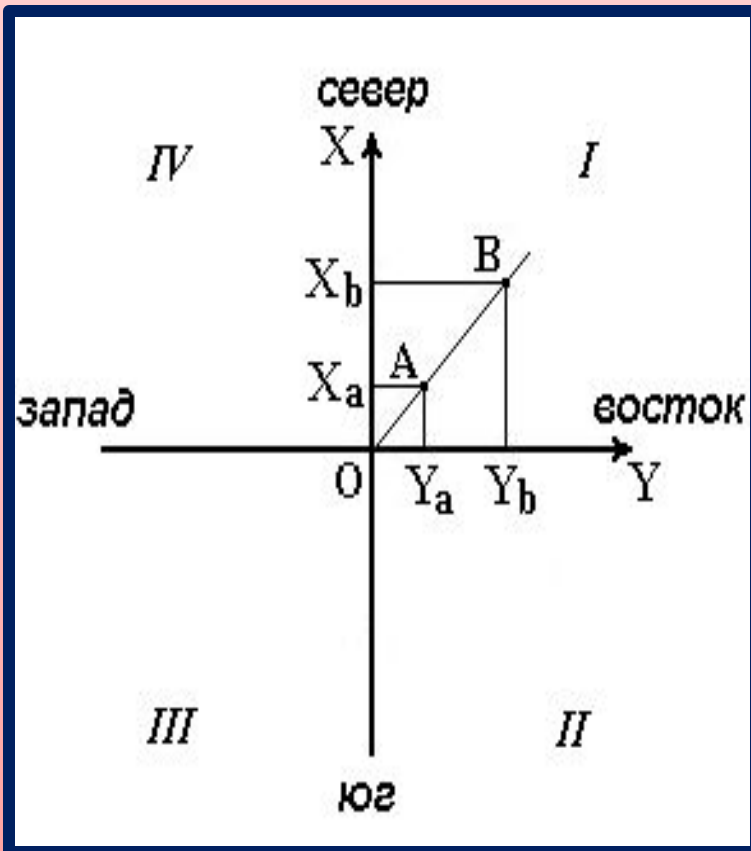
Применяются для определения положения точек на плоскости.

Систему образует направленный прямой луч  $OX$  – полярная ось. Точка  $O$  – полюс системы.

## Полярные координаты:

- ❑ Радиус-вектор  $r$  (синоним – полярное расстояние  $S$ );
- ❑ Полярный (горизонтальный) угол  $\beta$ , отсчитываемый от оси  $OX$  по ходу часовой стрелки.

# Прямоугольные координаты



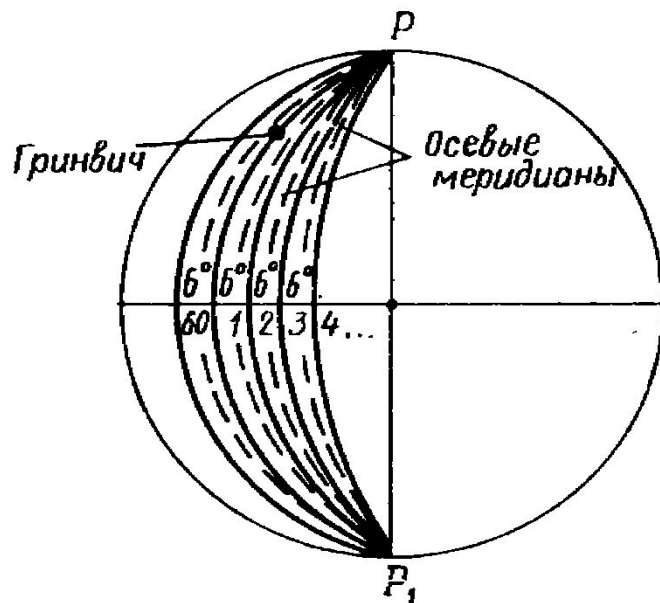
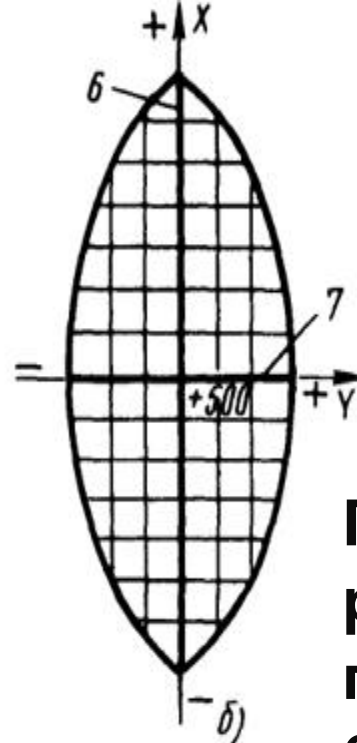
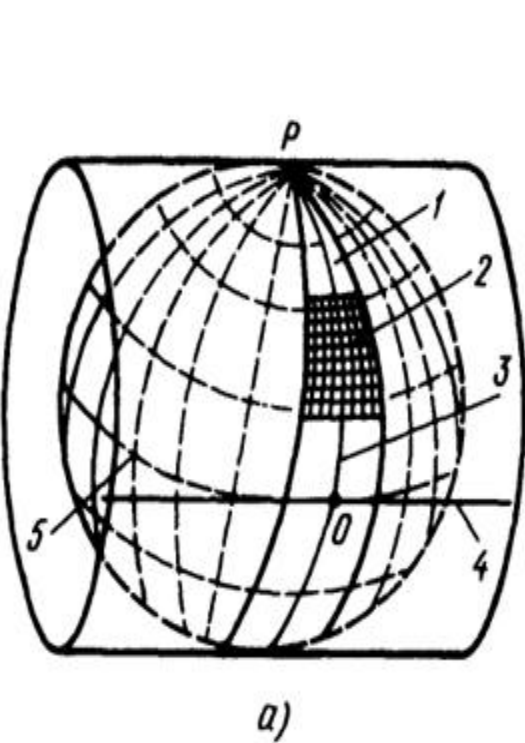
Локальные системы плоских прямоугольных координат применяют на небольших по площади участках.

Систему образуют две взаимно перпендикулярные прямые – **оси координат**. Ось абсцисс  $X$  совмещают с меридианом некоторой точки участка или ориентируют параллельно осям инженерных сооружений.

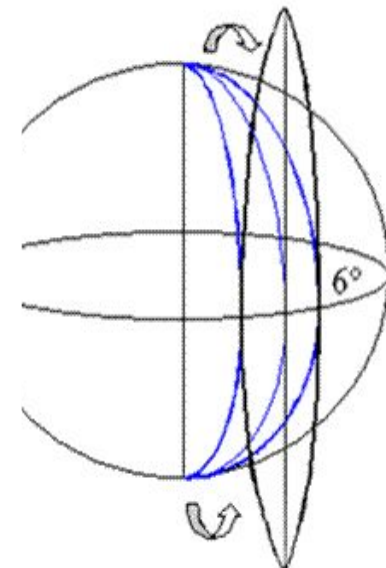
**Положительное направление оси  $X$  – северное, оси ординат  $Y$  – восточное.**

# ЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЛОСКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ГАУССА-КРЮГЕРА

Поверхность Земли разбивают меридианами, проведенными через  $6^\circ$  на  $60$  зон



Каждую зону проектируют на поверхность цилиндра нормальными к эллипсоиду, а затем разворачивают на плоскости.





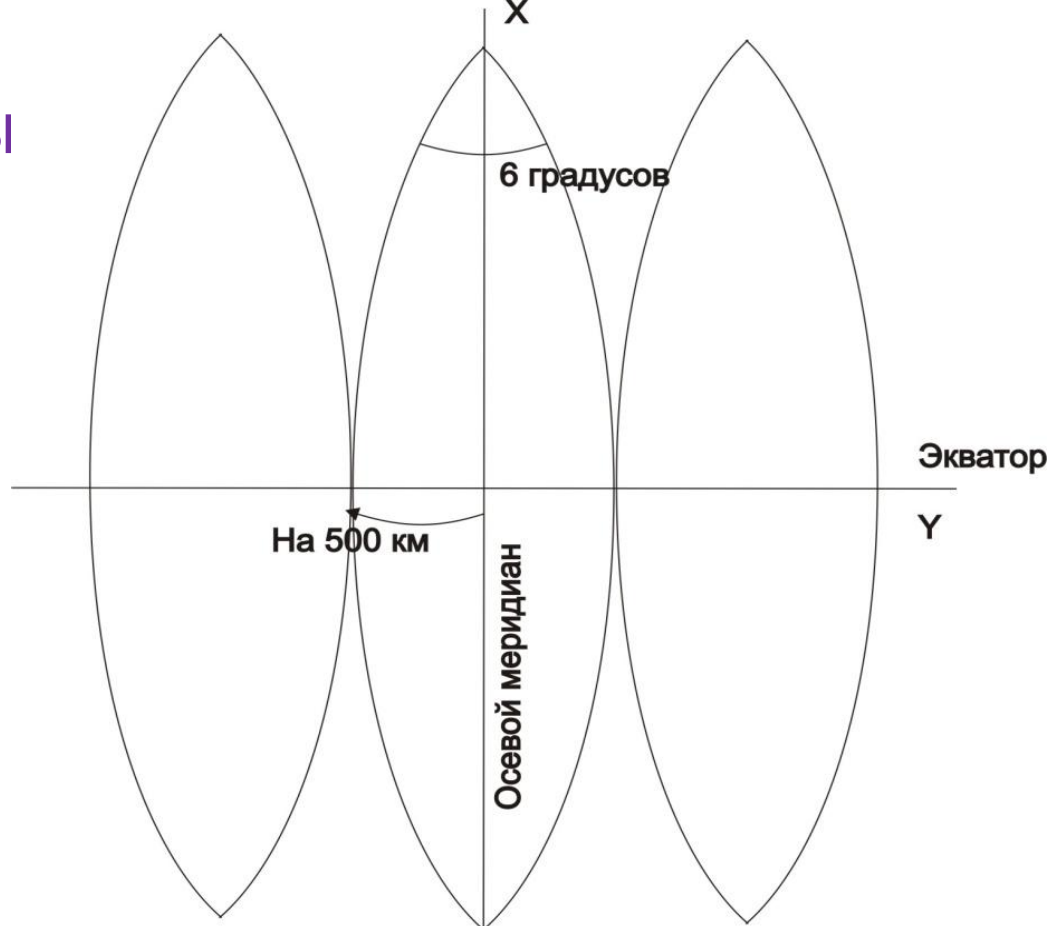
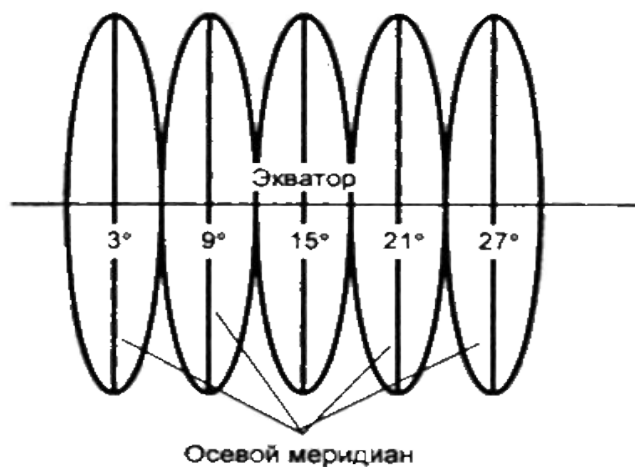
Гринвич

59 60 1 2 3

№ ЗОНЫ

**Шестиградусные зоны нумеруют по порядку, начиная с первой по 60-ю от Гринвичского меридиана на восток**

Средний меридиан зоны называется **осевым**

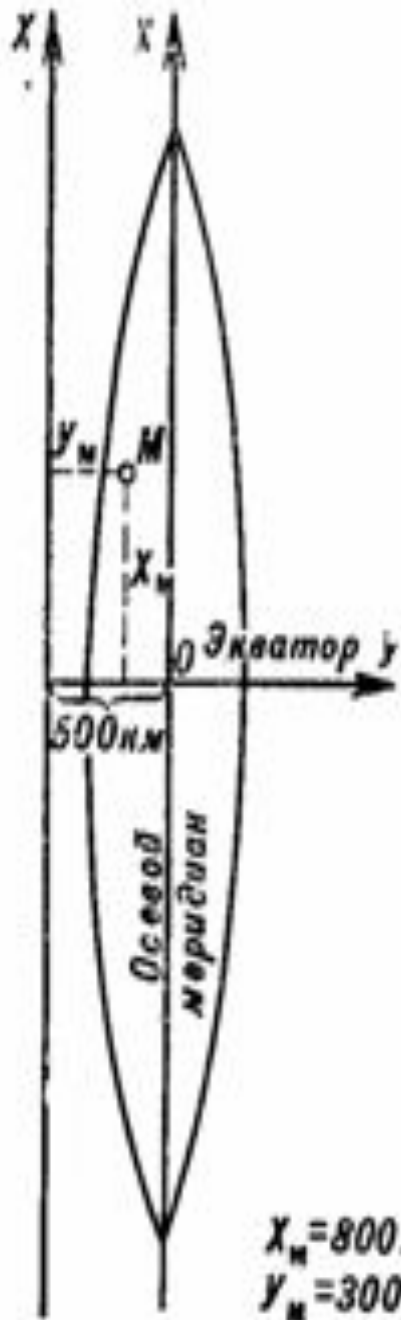


Долгота осевого меридиана  $L_0$  любой зоны в восточном полушарии подсчитывается по  **$n$  – номер зоны**

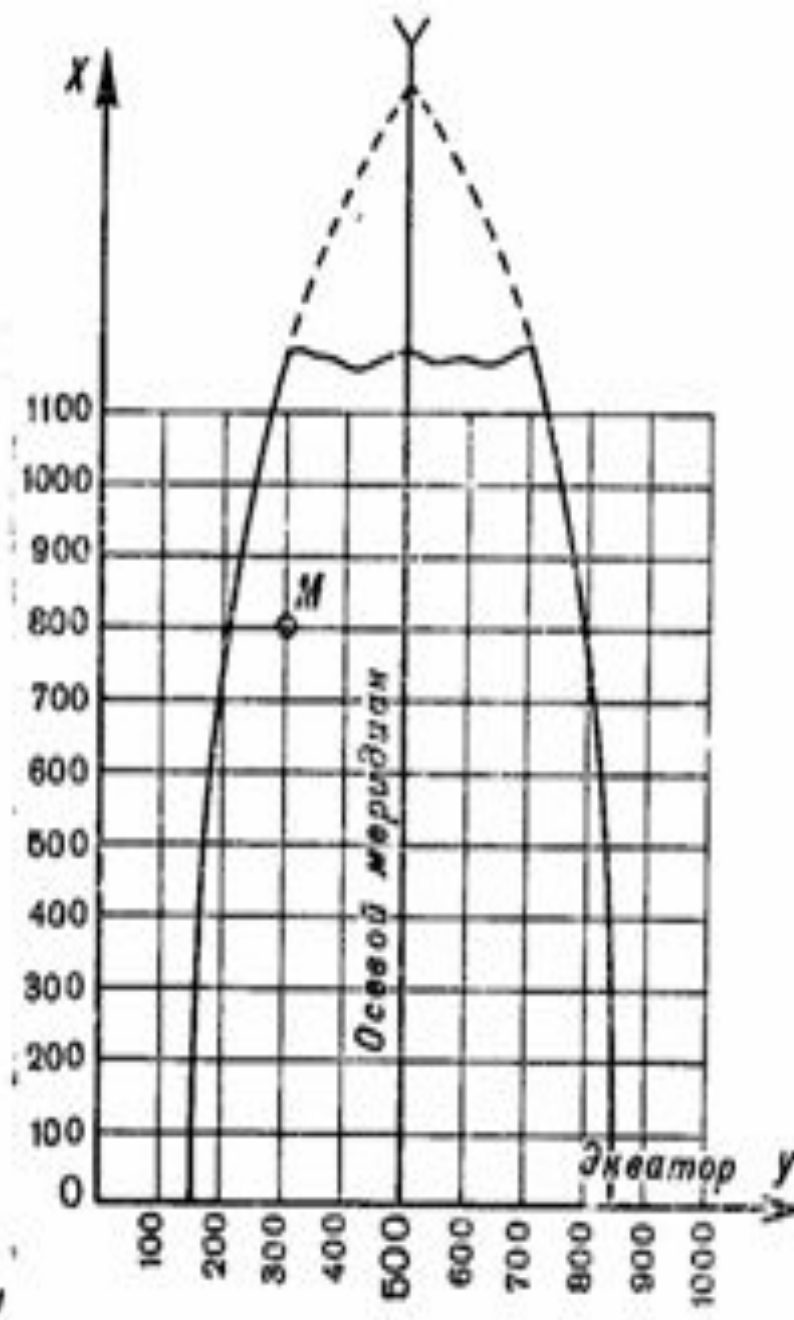
В западном полушарии – по формуле:

$$L_0 = 6^\circ \times n - 3^\circ$$

$$L_0 = 360^\circ - (6^\circ \times n - 3^\circ)$$



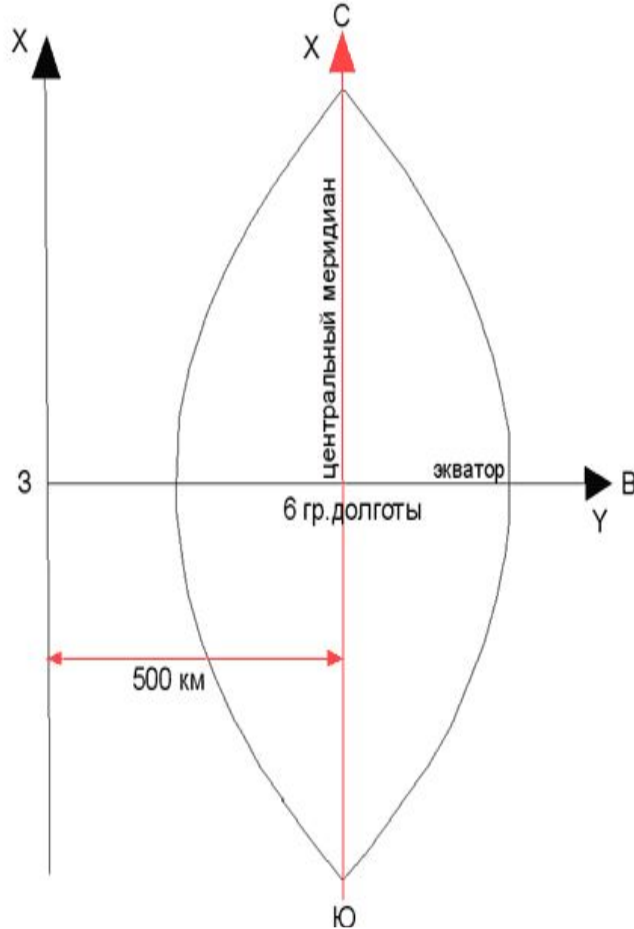
а



б

Осевой меридиан и экватор изображают в виде двух взаимно перпендикулярных прямых.

В точку их пересечения помещают начало прямоугольных координат зоны.



**За ось X принимают изображение осевого меридиана зоны (положительное направление – на север).**

**За ось Y принимают изображение экватора (положительное направление – на восток)**

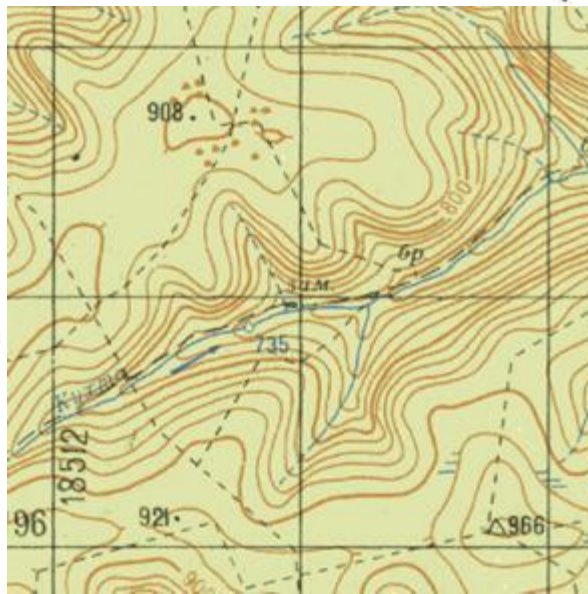
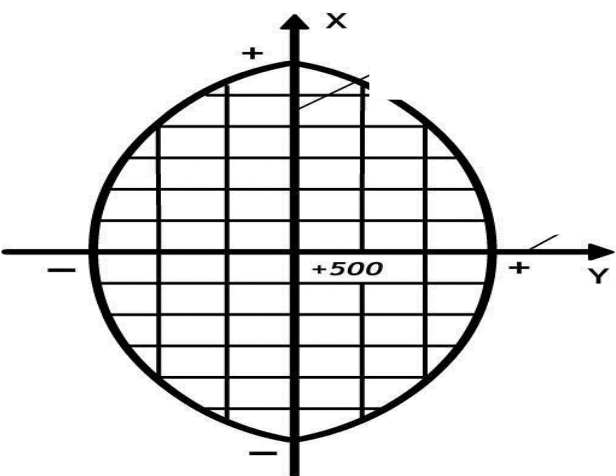
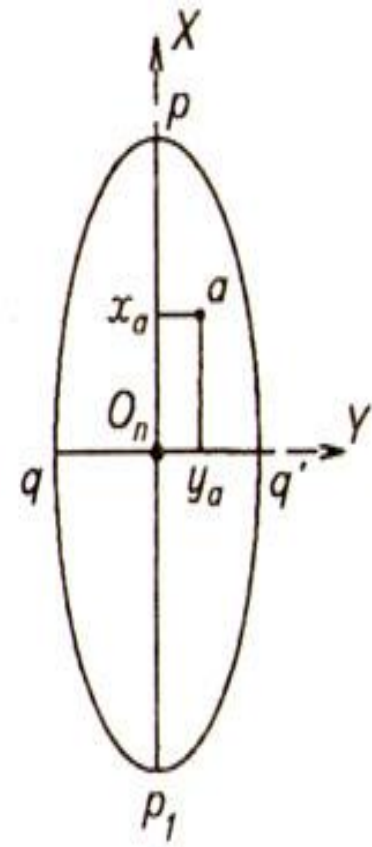
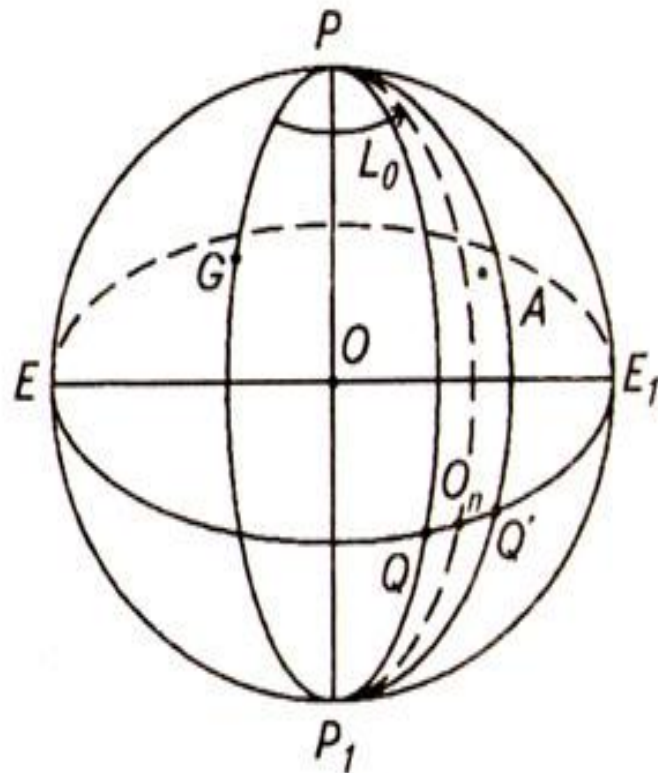
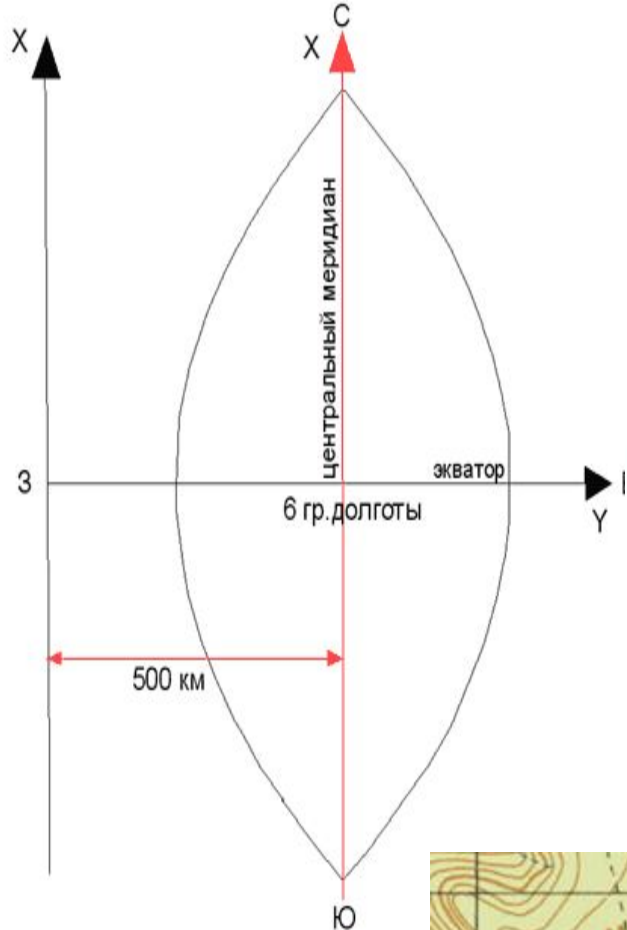
**Чтобы не иметь отрицательных ординат, ординату осевого меридиана считают равной не нулю, а 500 км. Впереди ординаты указывается номер зоны, в которой находится точка.**

## **ПРИМЕР :**

**Самое начало координат 6 354 125 м означает, что точка в 6-й зоне;**

**в действительности ордината**

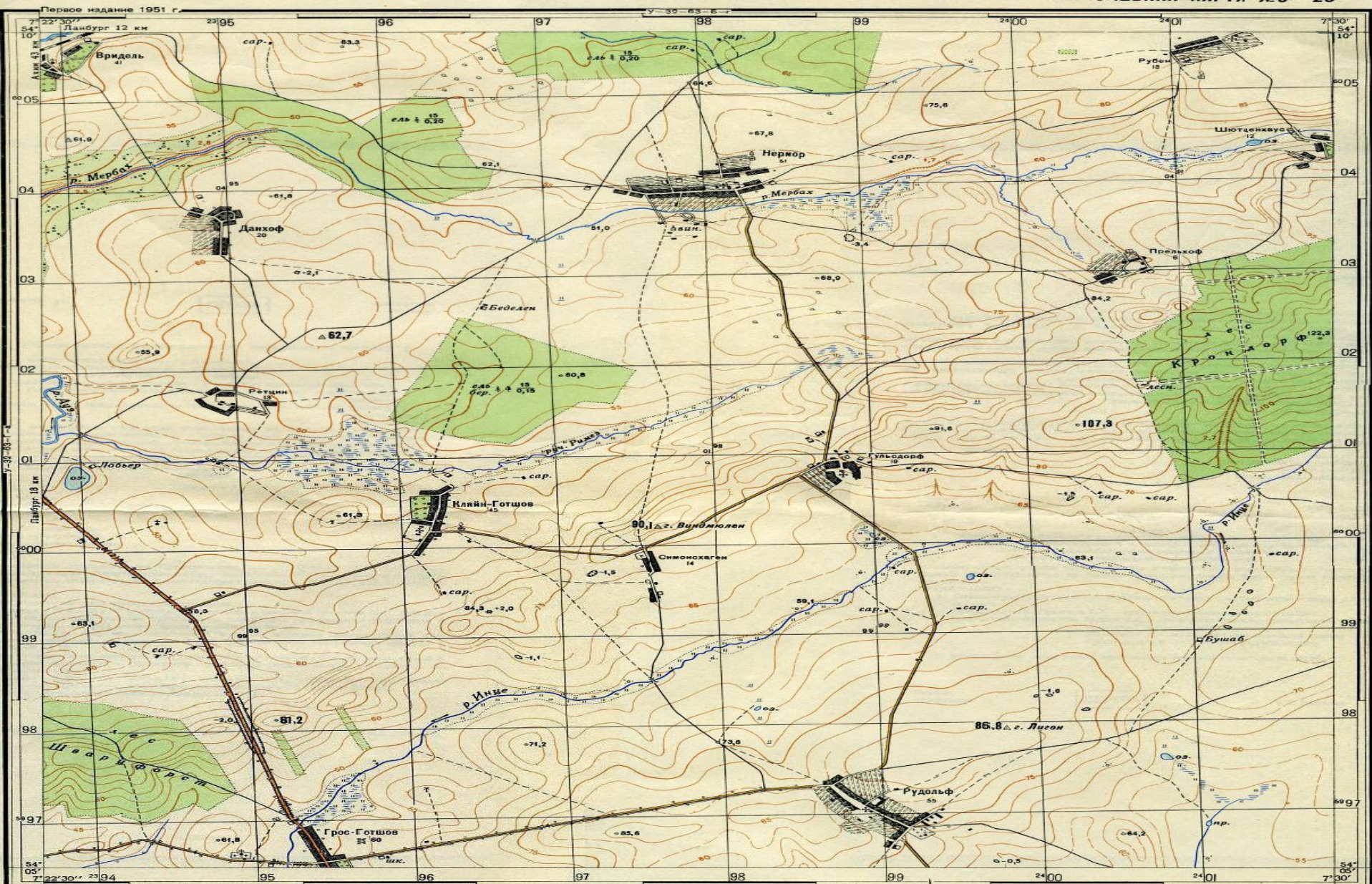
$$Y = 354\ 125 - 500\ 000 = -145\ 875\ \text{м}$$



**Прямые,  
параллельные осям  
 $X$  и  $Y$ , образуют  
прямоугольную  
координатную сетку**







Склонение западное 2°53' (0—18). Среднее обмещение меридианов западное 1°16' (0—21). При прикладывании буссоли или компаса к вертикальным линиям лотной сетки, среднее отклонение магнитной стрелки западное 1°37' (10—27). Примечание: в скобках показаны деления угломера (одно деление угломера = 3,6).

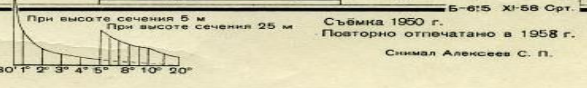
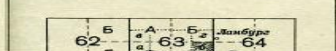
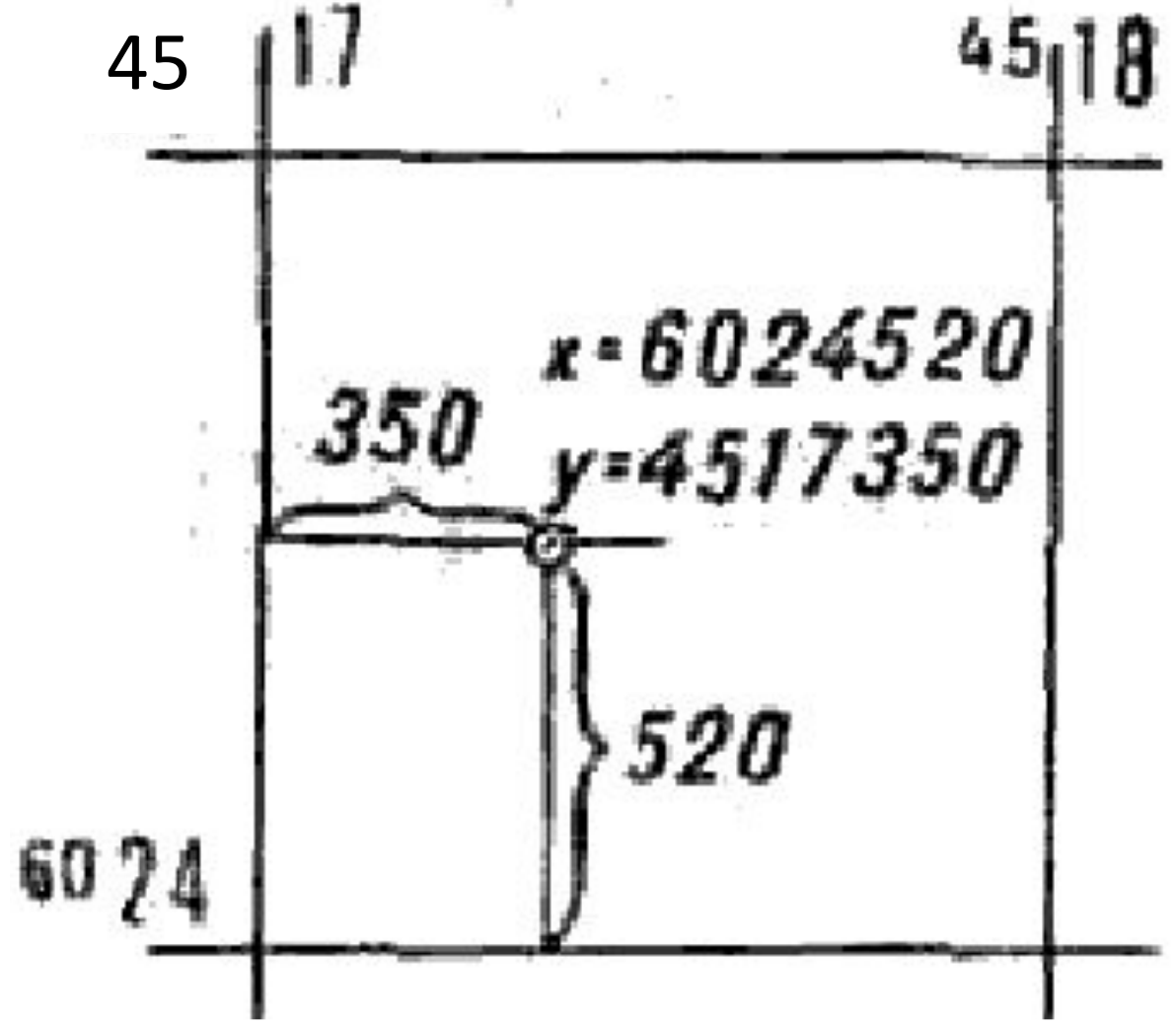
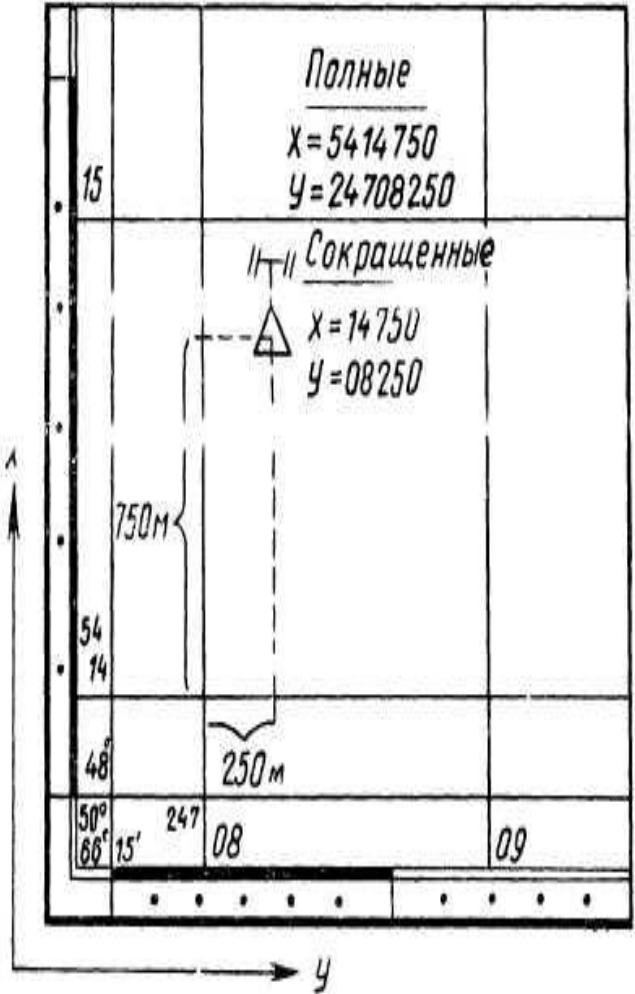


СХЕМА  
 расположения листов в комплекте № 3







Определение прямоугольных координат

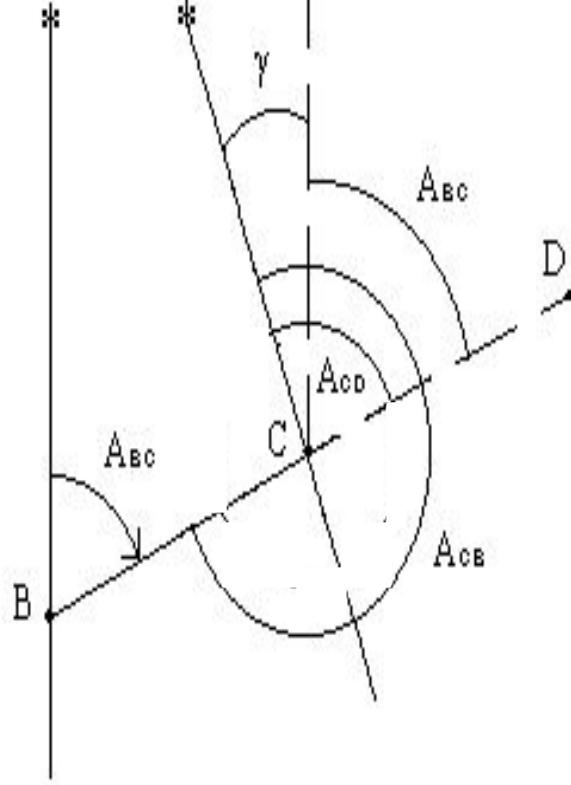
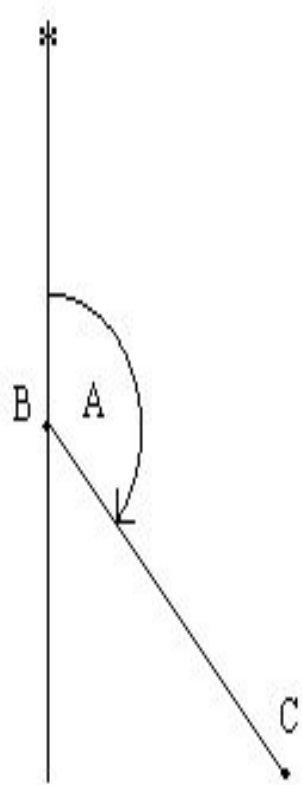
# ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ



**Ориентировать линию – значит  
определить ее направление  
относительно другого  
направления, принятого за  
начальное.**

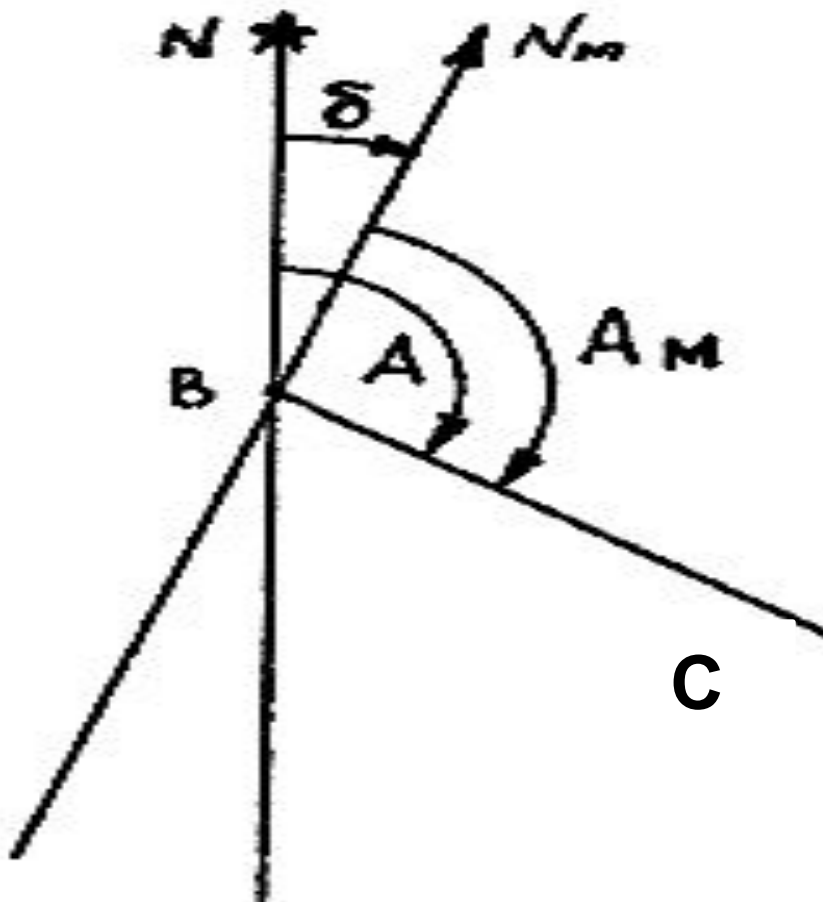
В геодезии за начальное  
направление принимают:

- географический меридиан точки;
- магнитный меридиан точки;
- осевой меридиан зоны.



**Географический азимут** – это угол, отсчитанный по ходу часовой стрелки от северного направления географического меридиана точки до направления линии. Обозначается буквой **A**.

Азимут прямой линии в разных ее точках имеет разные значения, т. к. меридианы на поверхности сферы не параллельны. Азимут линии BC в точке C отличается от азимута в точке B на величину **сближения меридианов γ**.  
 $A_{CD} = A_{BC} + \gamma$



**Магнитный азимут** - это угол, отсчитанный по ходу часовой стрелки от северного направления магнитного меридиана точки до направления линии.

Обозначается  **$A_m$** .

Угол между географическим меридианом  $N$  и магнитным меридианом  $NM$  одной и той же точки  $B$  называется **склонением магнитной стрелки  $\delta$** .

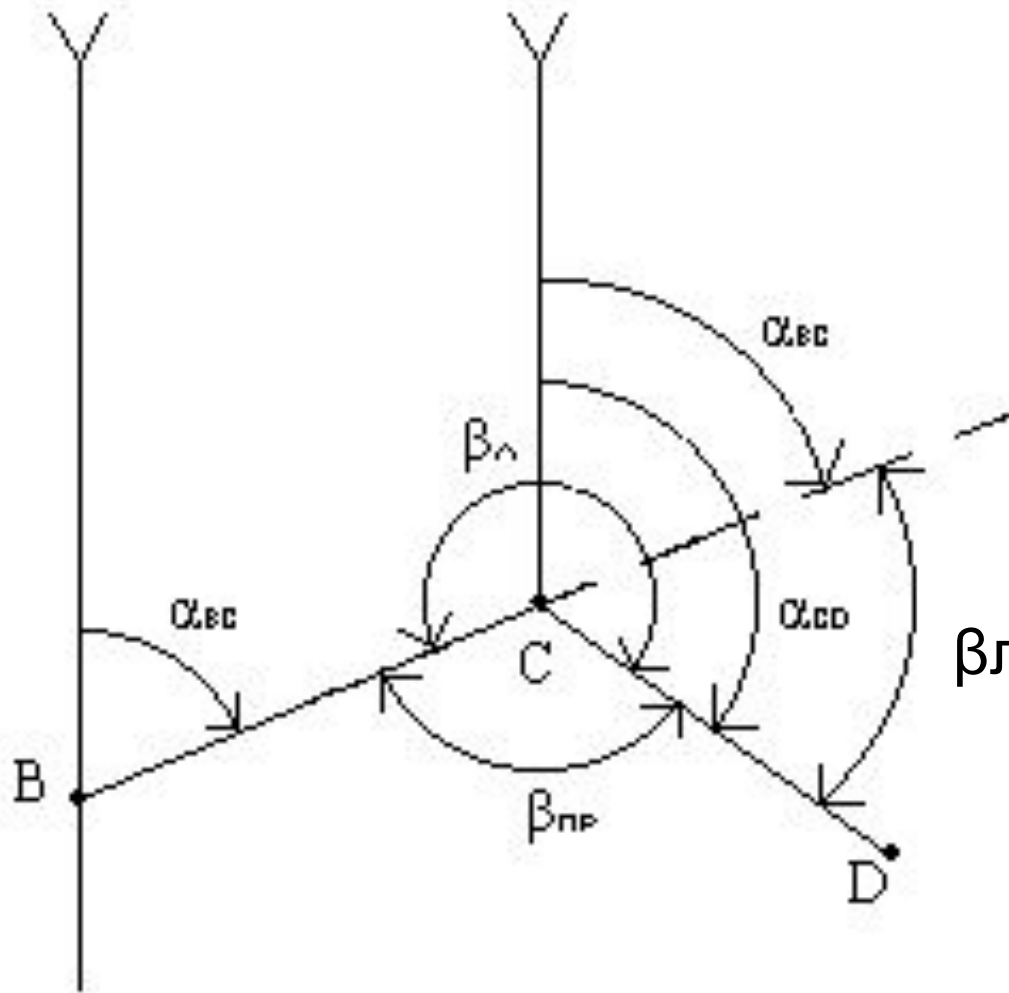
$$A = A_m + \delta$$



# Дирекционный угол

– это угол,  
отсчитанный по ходу  
часовой стрелки от  
северного  
направления осевого  
меридиана зоны до  
напр

Обозначается  
 $\alpha$ .

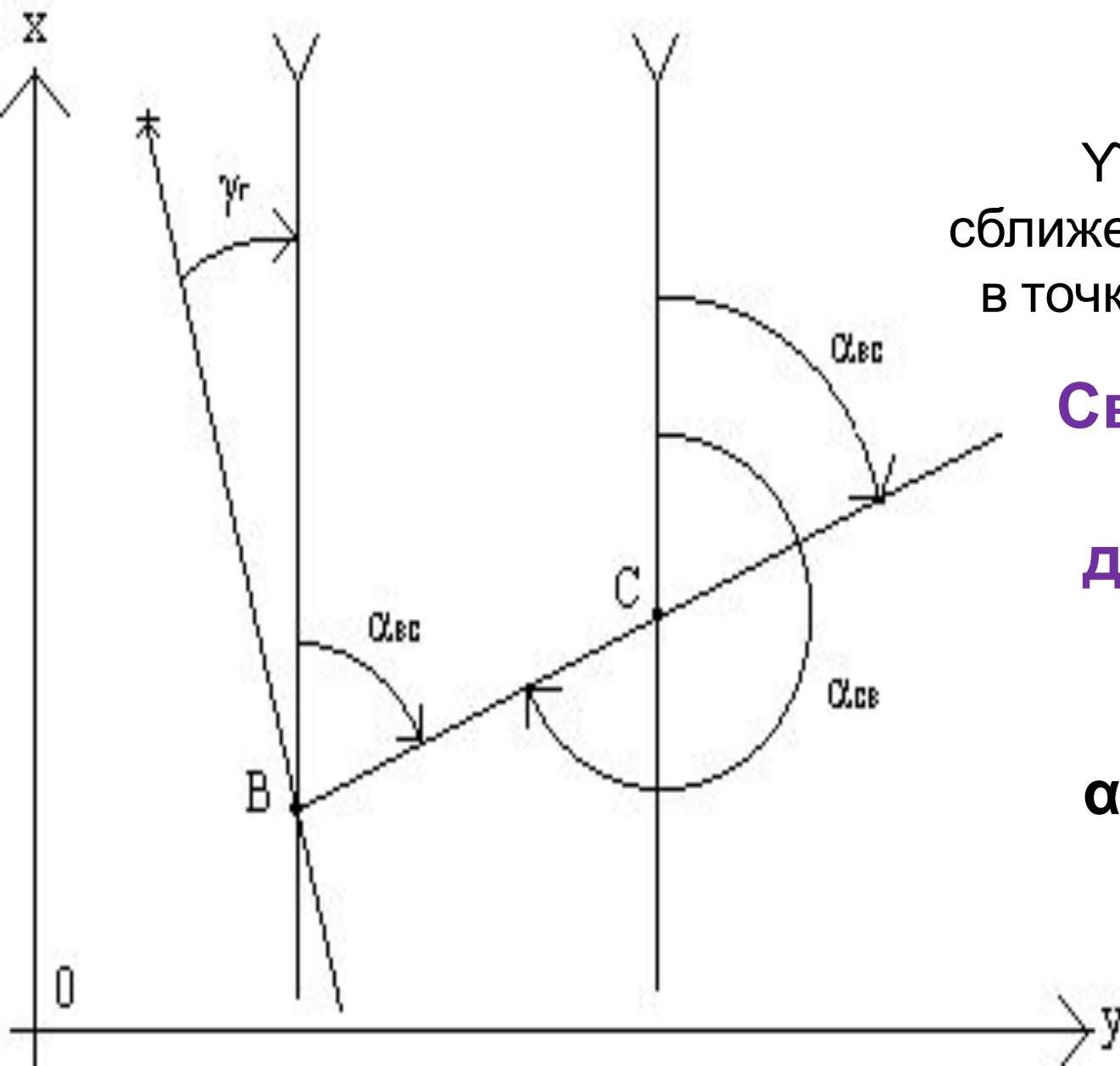


на последующую сторону через угол поворота:

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} + \beta_{л} - 180^\circ$$

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} - \beta_{п} + 180^\circ$$

# Связь географического азимута и дирекционного угла одной и той же линии

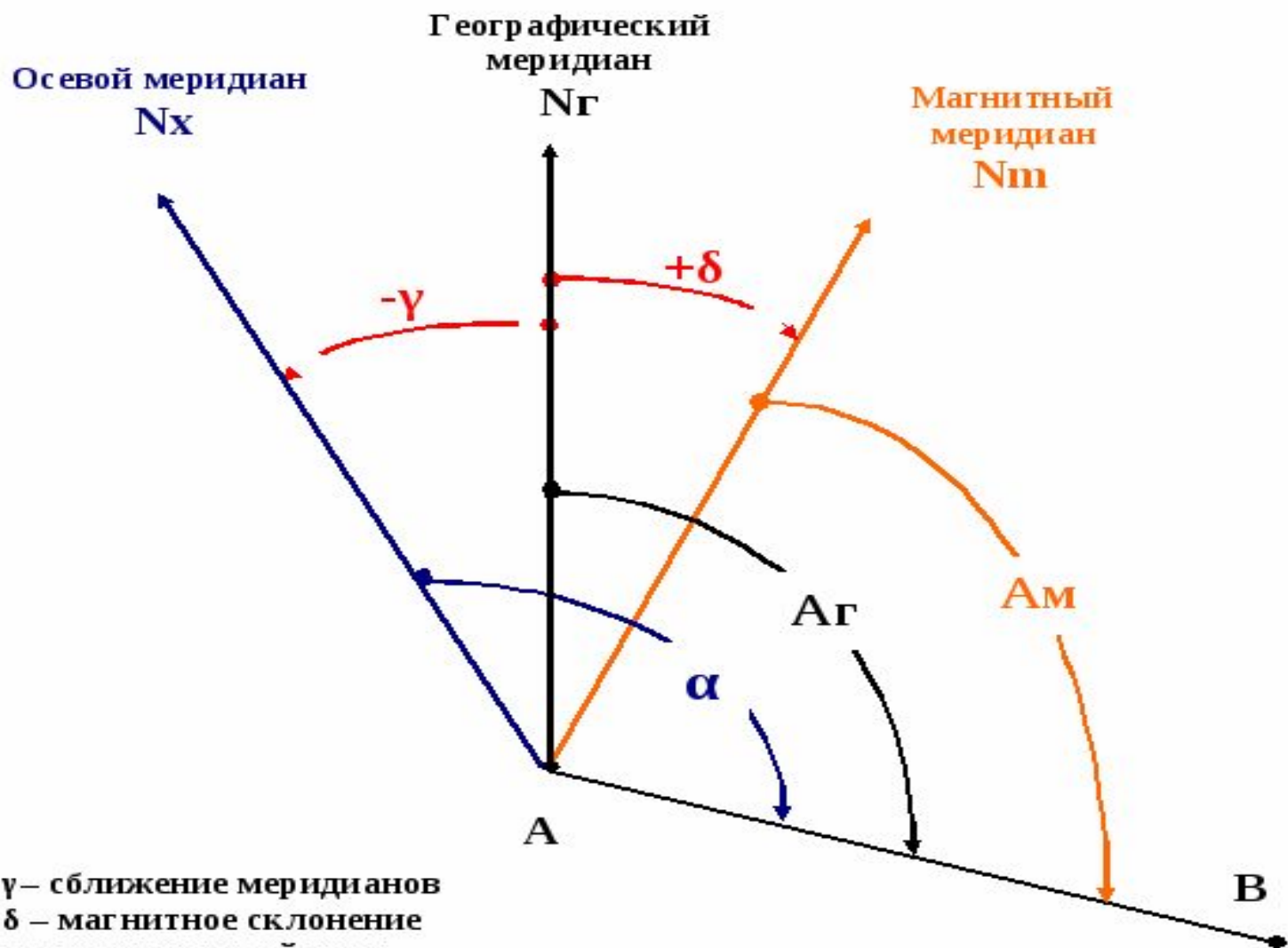


$$A = \alpha + \gamma_G$$

$\gamma_G$  – гауссово  
сближение меридианов  
в точке начала линии

Связь прямого и  
обратного  
дирекционных  
углов

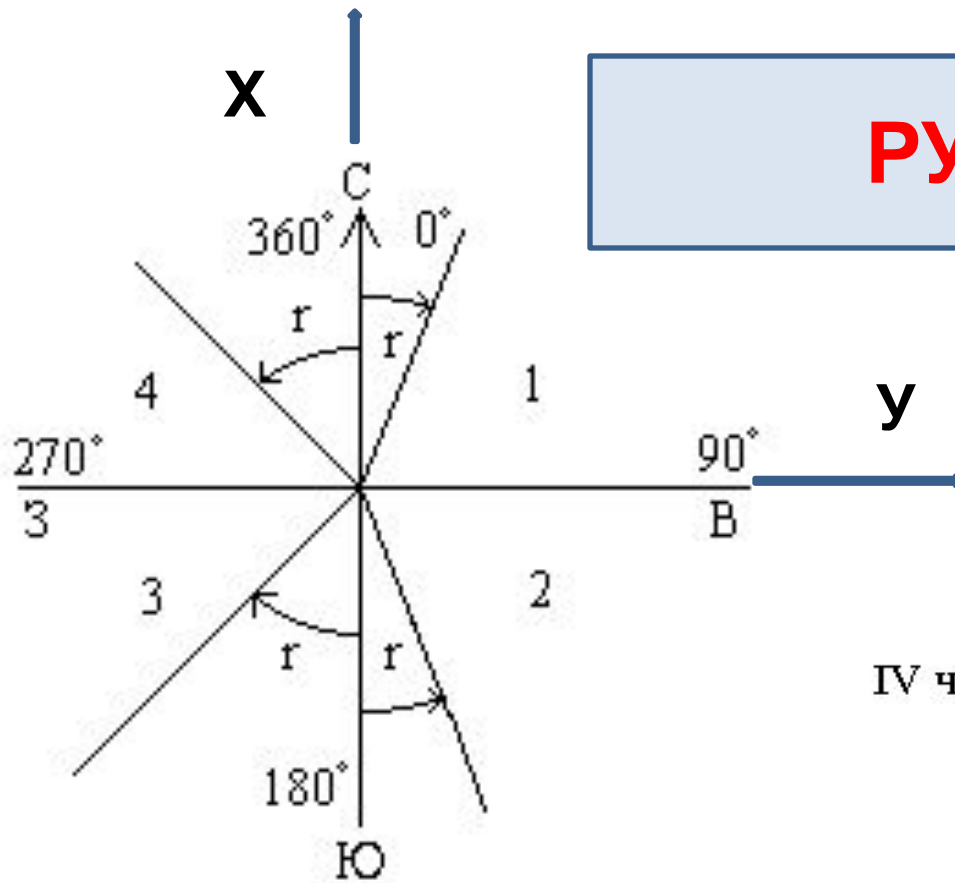
$$\alpha_{CB} = \alpha_{VC} + 180^\circ$$



$\gamma$  – сближение меридианов  
 $\delta$  – магнитное склонение  
 $\alpha$  – дирекционный угол  
 Ам - магнитный азимут  
 АГ – географический азимут

$$AГ = \alpha + (\pm\gamma); \quad AГ = Ам + (\pm\delta); \quad \alpha = Ам + (\pm\gamma) + (\pm\delta)$$

# РУМБЫ ЛИНИЙ

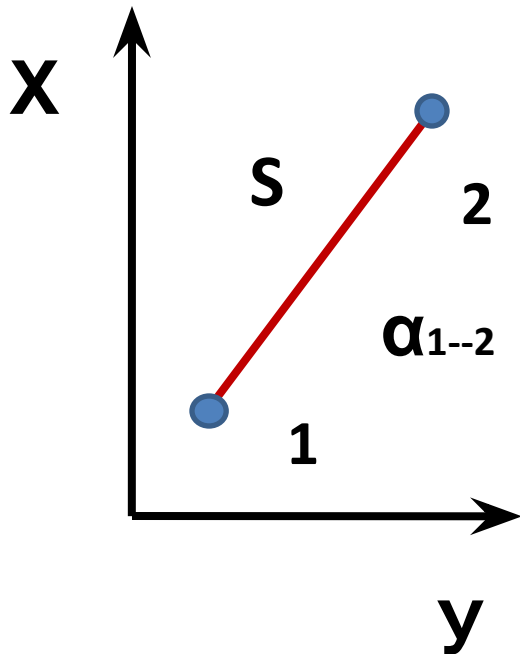


Связь румба и дирекционного угла

**Румб** – это острый угол от ближайшего направления меридиана до направления линии. Обозначается **r**.

	X ↑ С	
IV четверть (СЗ)	+X -Y	I четверть (СВ)
$r = 360^\circ - \alpha$		$r = \alpha$
III четверть (ЮЗ)	-Y -X	II четверть (ЮВ)
$r = \alpha - 180^\circ$		$r = 180^\circ - \alpha$
	Ю	В → У

# ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА



Прямая геодезическая задача – это вычисление координат  $X_2$ ,  $Y_2$  второго пункта, если известны координаты  $X_1$ ,  $Y_1$  первого пункта, дирекционный угол  $\alpha$  и длина  $S$  линии, соединяющей эти пункты.

Разности координат  $(X_2 - X_1)$  и  $(Y_2 - Y_1)$  называются **приращениями координат** и обозначаются  **$\Delta X$**  и  **$\Delta Y$**

$$\Delta X = S \times \cos \alpha$$

$$\Delta Y = S \times \sin \alpha$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y$$

# ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

Обратная геодезическая задача – это вычисление дирекционного угла  $\alpha$  и длины  $S$  линии, соединяющей два пункта с известными координатами  $X_1, Y_1$  и  $X_2, Y_2$ .

$$\Delta X = X_2 - X_1$$

$$\Delta Y = Y_2 - Y_1$$

$$S = \sqrt{\frac{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}{2}}$$

$$\text{tg } r = \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|$$

$$r = \text{arctg} (\text{tg } r)$$

По знакам  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  определяют номер четверти и вычисляют  $\alpha$  по формулам связи дирекционного угла и румба

## РАБОТА №4

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ

**Цель работы:** изучение топографической карты (плана), определение координат, ориентирных углов; решение стандартных геодезических задач.

#### Содержание работы:

1. На топографической карте (плане) начертить не равносторонний треугольник со сторонами от 5 до 10см по линейке. Обозначить вершины буквами А, В, С против часовой стрелки.
2. Измерить транспортиром внутренние углы треугольника. Контроль:  
 $A+B+C=180^\circ$
3. Измерить длины сторон АВ, ВС, СА.
4. Измерить дирекционные углы линий АВ, ВС, СА.
5. Определить по карте прямоугольные координаты точек А, В, С в метрах.
6. Вычислить приращения координат:  
$$\Delta X_{AB}=X_B-X_A, \quad \Delta Y_{AB}=Y_B-Y_A;$$
$$\Delta X_{BC}=X_C-X_B, \quad \Delta Y_{BC}=Y_C-Y_B;$$
$$\Delta X_{CA}=X_A-X_C, \quad \Delta Y_{CA}=Y_A-Y_C.$$
6. По приращениям координат вычислить длины линий АВ, ВС, СА.
7. По приращениям координат вычислить дирекционные углы линий АВ, ВС, СА.





## Контрольные вопросы

1. Какие координаты относятся к сферическим, а какие – к плоским?
2. Что называется широтой и долготой точки?
3. С чем совмещают оси X и Y в системе координат Гаусса-Крюгера?
4. Что значит ориентировать линию?
5. Что такое дирекционный угол?
6. Что такое румб?
7. В чем суть прямой и в чем - обратной геодезической задачи?

