

- Автор – доцент ОНД Антропова Н.А.

**Курс лекций по дисциплине  
Геодезическое обеспечение  
строительства нефтегазовых  
объектов**

# ЛЕКЦИЯ 2

## СИСТЕМЫ КООРДИНАТ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГЕОДЕЗИИ

- 1. Картографические проекции
- 2. Общие сведения о системах координат
- 3. Система географических координат
- 4. Система условных прямоугольных координат на плоскости
- 5. Прямоугольная система координат Гаусса-Крюгера
- 6. Система полярных координат на плоскости



**Цель – Получить теоретическую базу для определения координат объектов по топографической карте**

## Ответьте на вопрос



- Как представить криволинейную поверхность Земли на плоскости?

# • 1. Картографические проекции

- Правила разворачивания уровенной поверхности на плоскости

• **Заполните таблицу**

<b>Геометрические свойства изображения поверхности Земного шара на глобусе</b>	<b>Что происходит при нарушении этого свойства в картографических проекциях</b>
1. Равномасштабность изображения	
2. Равноугольность	
3. Равновеликость	

## Геометрические свойства изображения поверхности Земного шара на глобусе

Что происходит при нарушении этого свойства в картографических проекциях

1. Равномасштабность изображения

Искажаются длины отрезков

2. Равноугольность

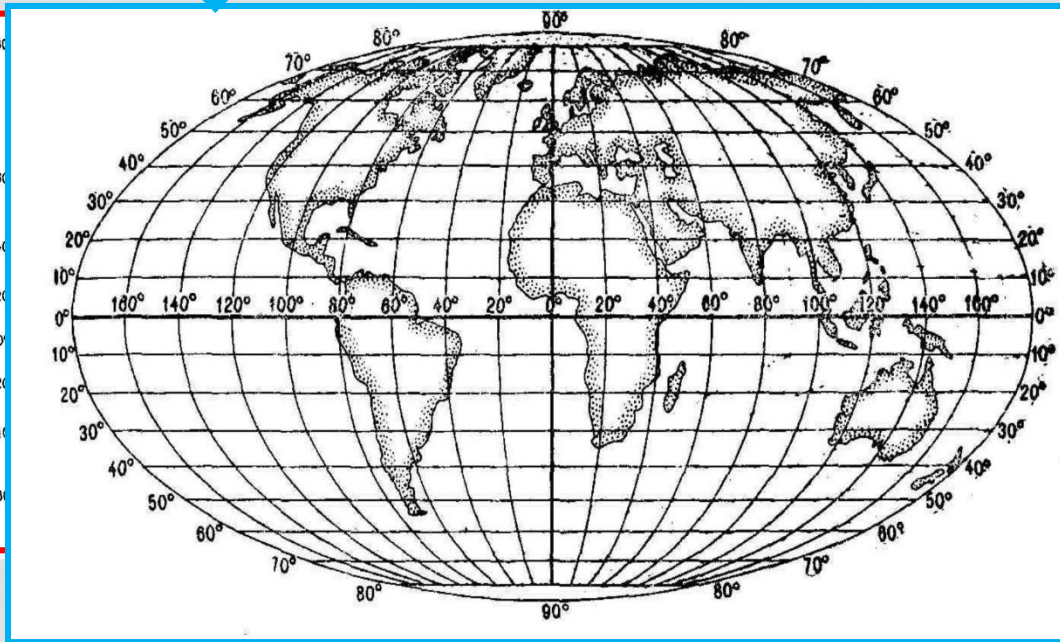
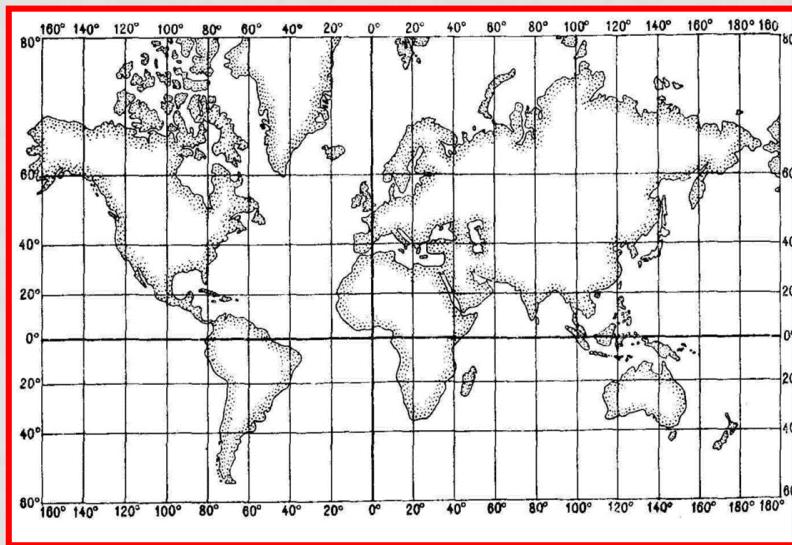
Искажаются углы (нарушается подобие фигур)

3. Равновеликость

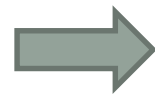


Искажаются площади (нарушается пропорциональность фигур)

В  
соответствии  
со  
свойствами



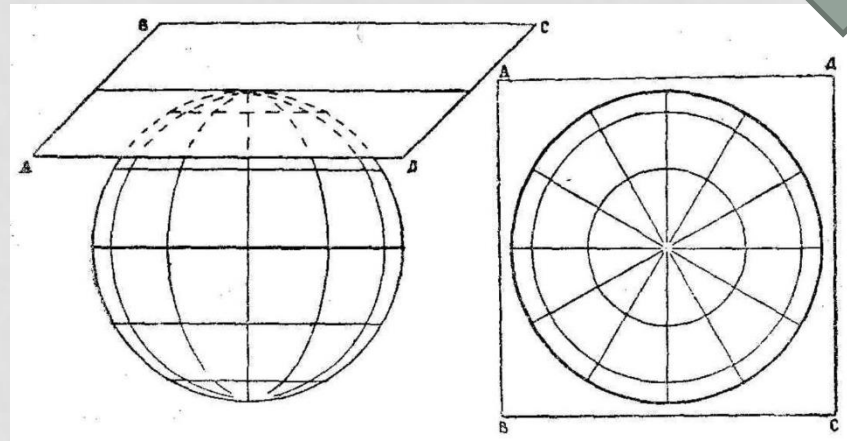
Признак  
классификации  
– положение и  
вид уровенной  
поверхности



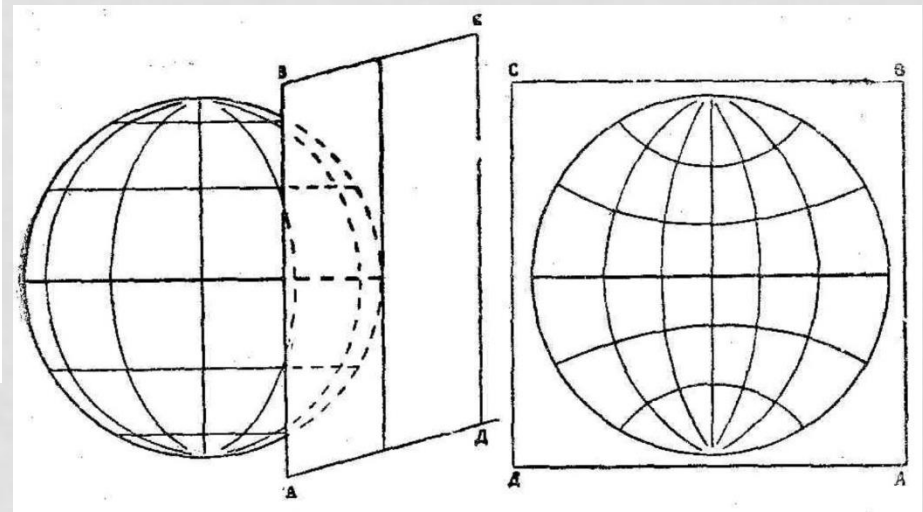
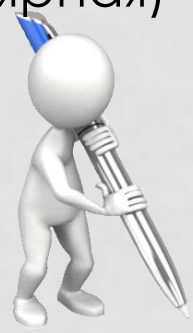
Азиму-  
тальные

Конические

Цилинд-  
рические

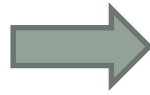


Азимутальная прямая  
(полярная)



Азимутальная поперечная  
(экваториальная)

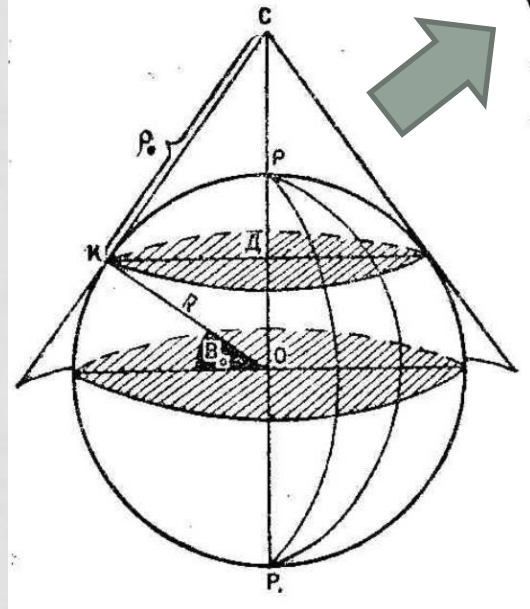
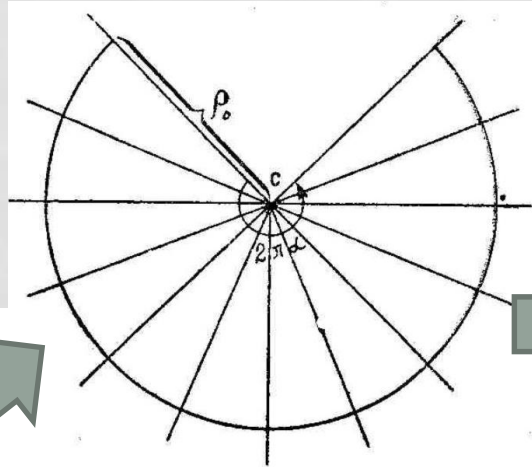
Признак  
классификации – положение и  
вид уровенной  
поверхности



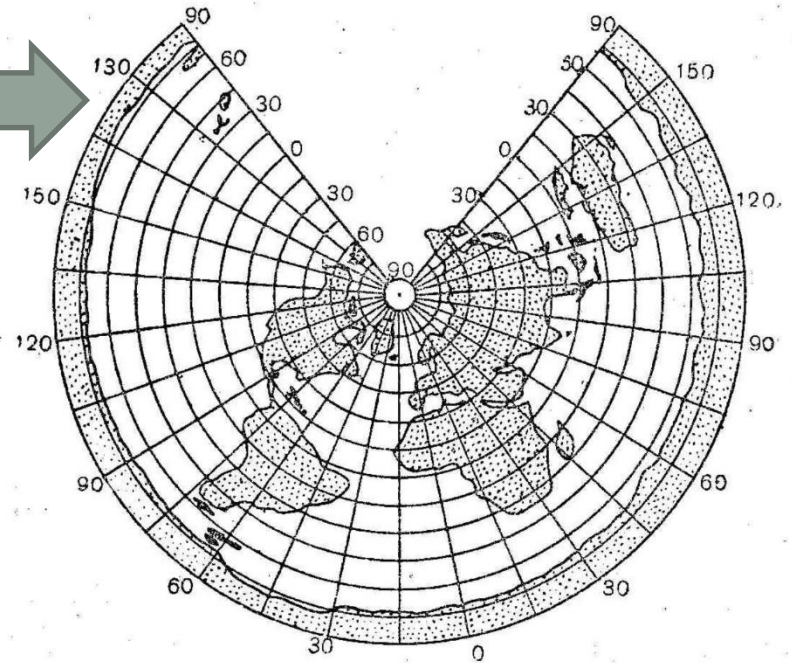
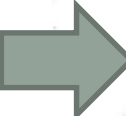
Азиму-  
тальные

Коничес-  
кие

Цилинд-  
рические



Коническая  
проекция



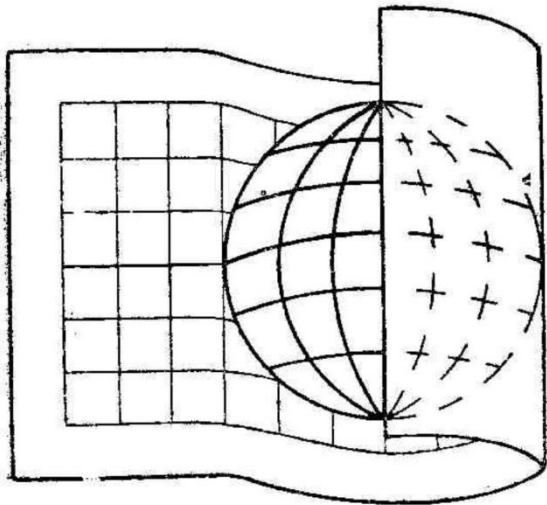


Признак  
классификации  
– положение и  
вид уровенной  
поверхности

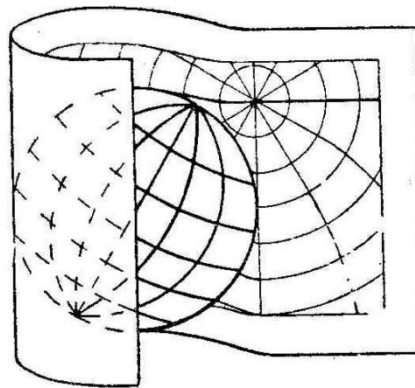
Азимутальные

Конические

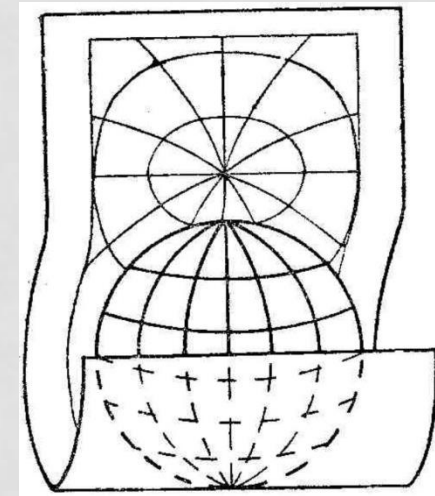
Цилинд-  
ричес-  
кие



Прямая  
цилиндрическая  
проекция



Косая  
цилиндрическая  
проекция



Поперечная  
цилиндрическая  
проекция

**Вывод 1.** Картографические проекции служат для изображения криволинейной земной поверхности на плоскости. Российские карты строят в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера

- **Подумайте над вопросом**



- Что такое  
«КООРДИНАТЫ»?

- **2. Общие сведения о системах координат**

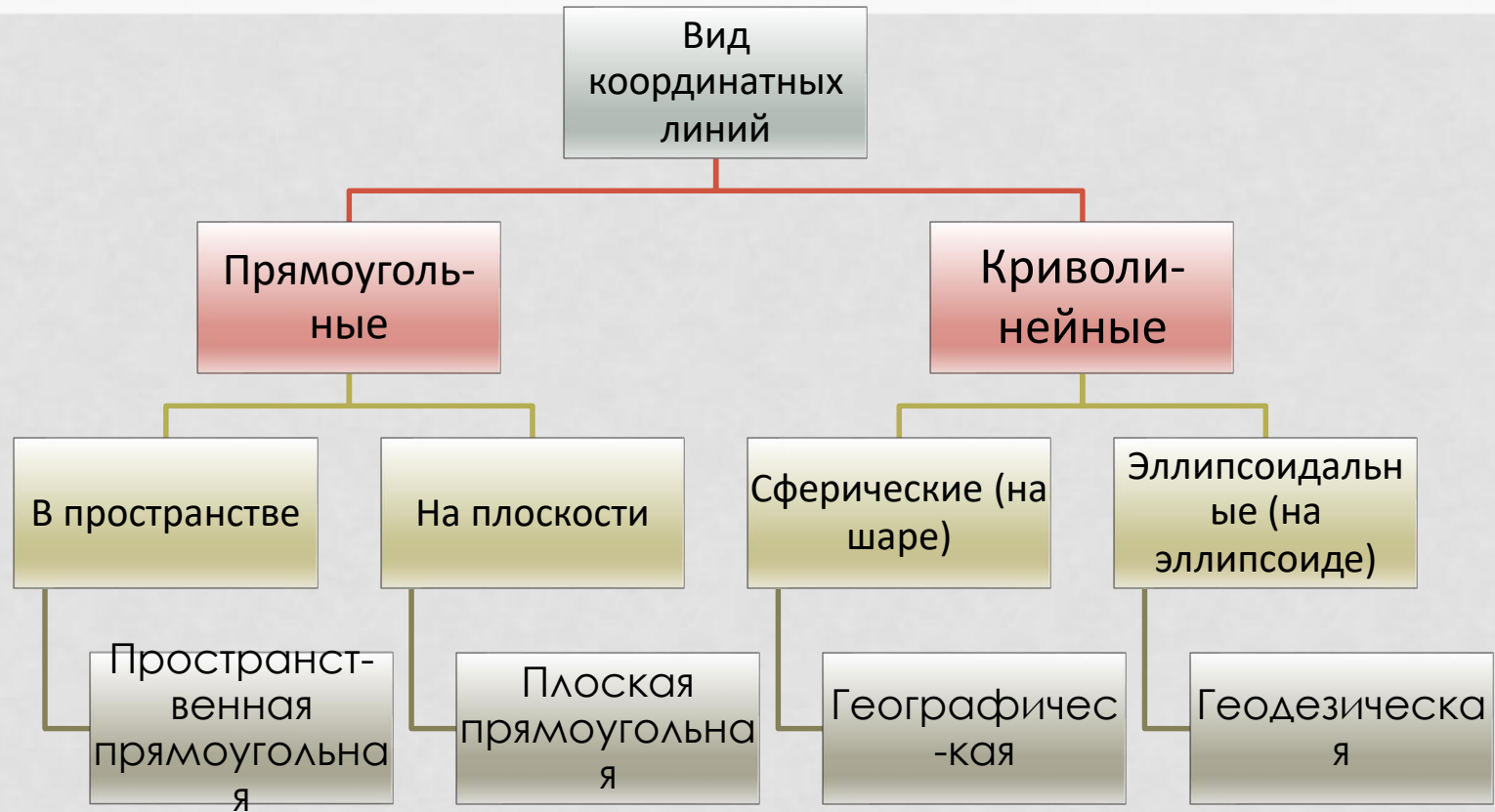
- **Координаты - параметры, определяющие положение точек в пространстве и на плоскости**



- **Классификация систем координат по расположению начала координат**



- Классификация систем координат по виду координатных линий



- **Классификация систем координат по назначению**

## Назначение

Для описания  
положения небесных  
объектов

Для объектов, участвующих в суточном вращении  
Земли

Звездные системы  
(астрономические)

Земные системы координат

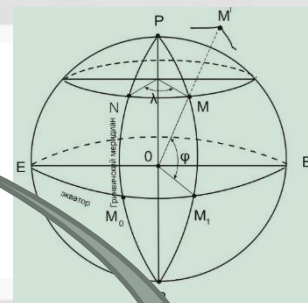
ПЗ-90

Государственная  
геоцентрическая  
система координат

WGS-84

Мировая геодезическая  
система

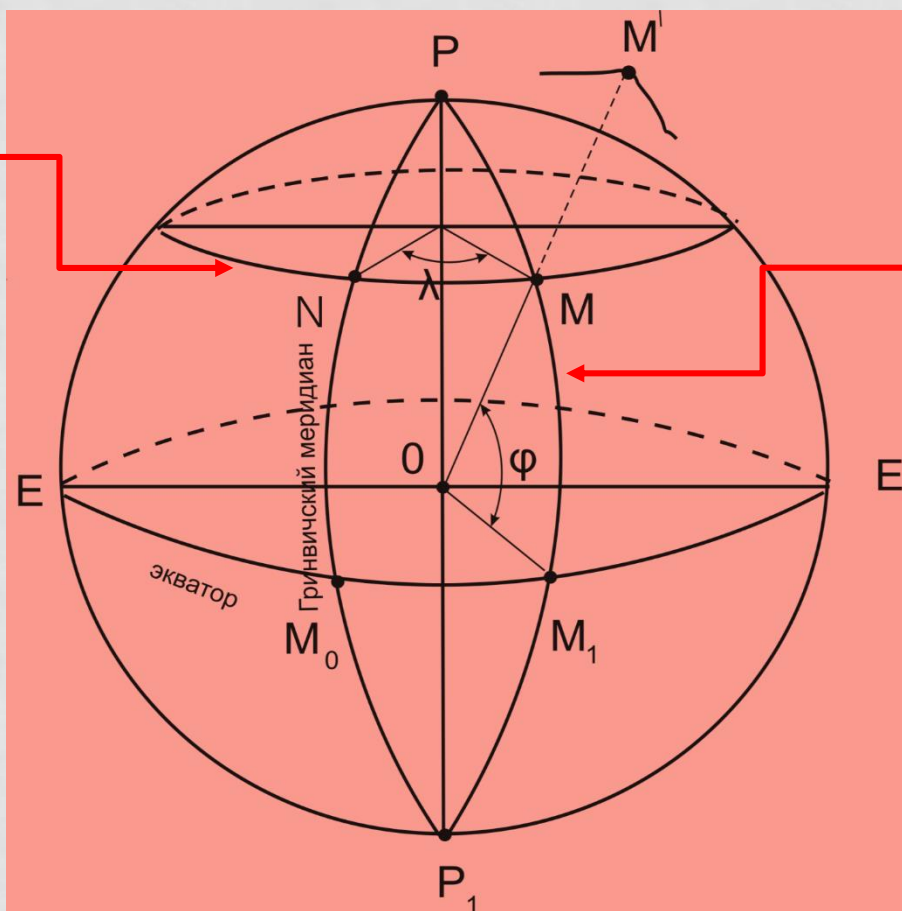
# Системы координат, с которыми мы познакомимся на лекции



**Вывод 2.** Системы координат, используемые в геодезии, - разнообразны. Рассмотрим те из них, которые применяются в России на топографических картах, для построения планов местности по результатам топографической съёмки.

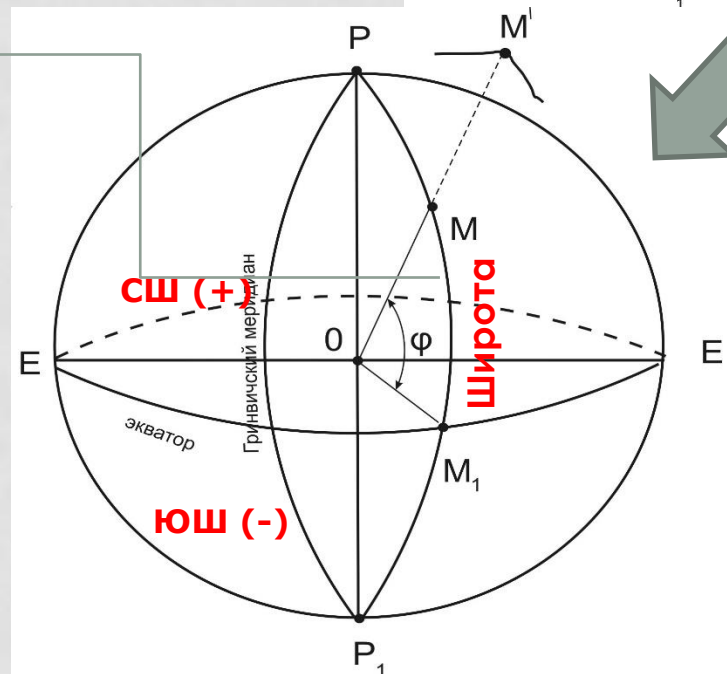
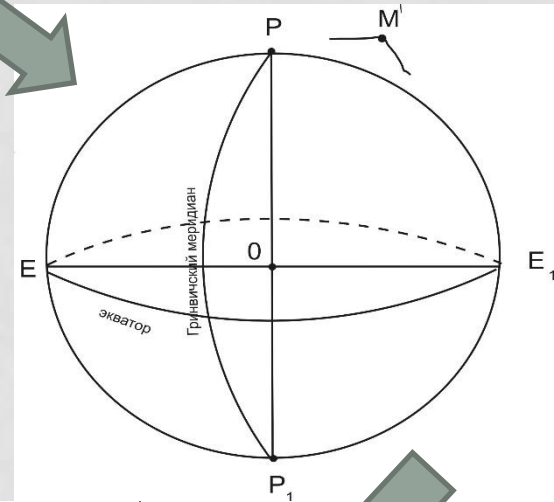
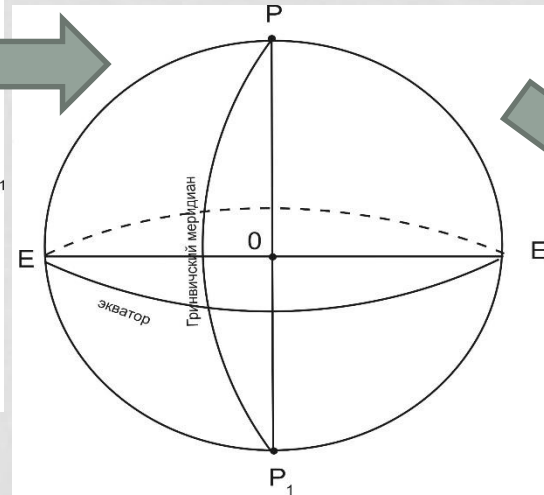
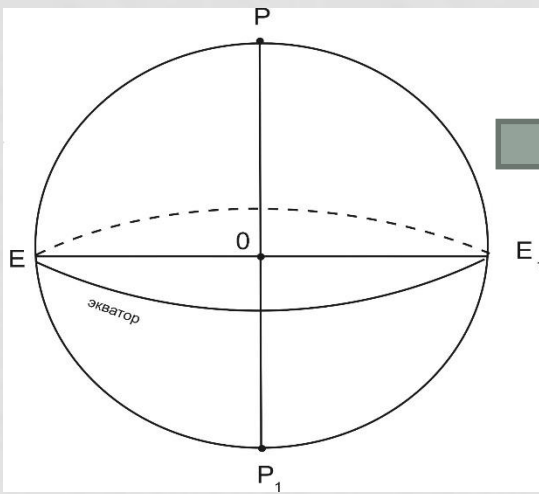
# • 3. Система географических координат

Параллель-  
линия  
сечения  
поверхност  
и Земного  
Шара  
плоскостью,  
параллельн  
ой  
плоскости  
экватора.

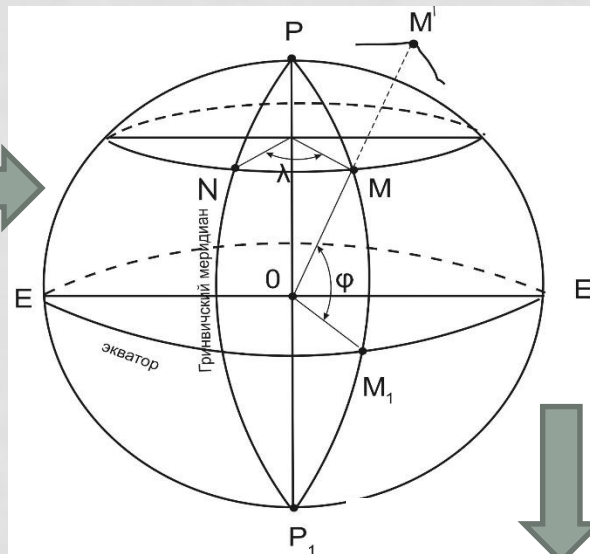
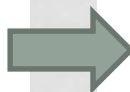
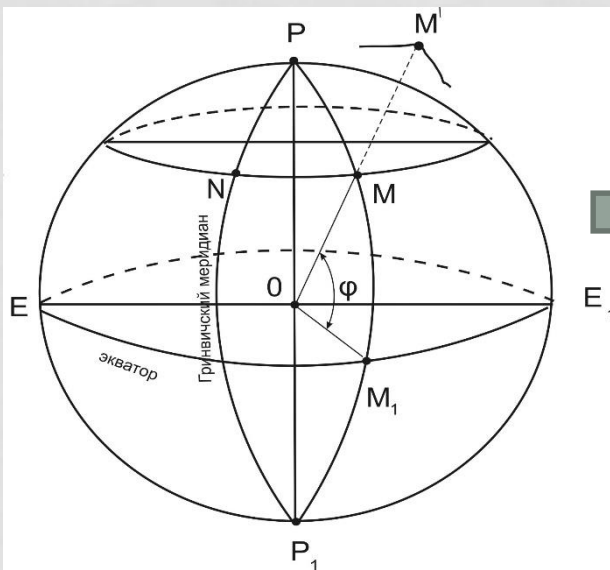


Меридиан -  
воображаемая  
линия,  
образованная  
секущей  
плоскостью,  
проходящей  
через ось  $PP_1$   
вращения  
Земли и  
выбранную  
точку земной  
поверхности.

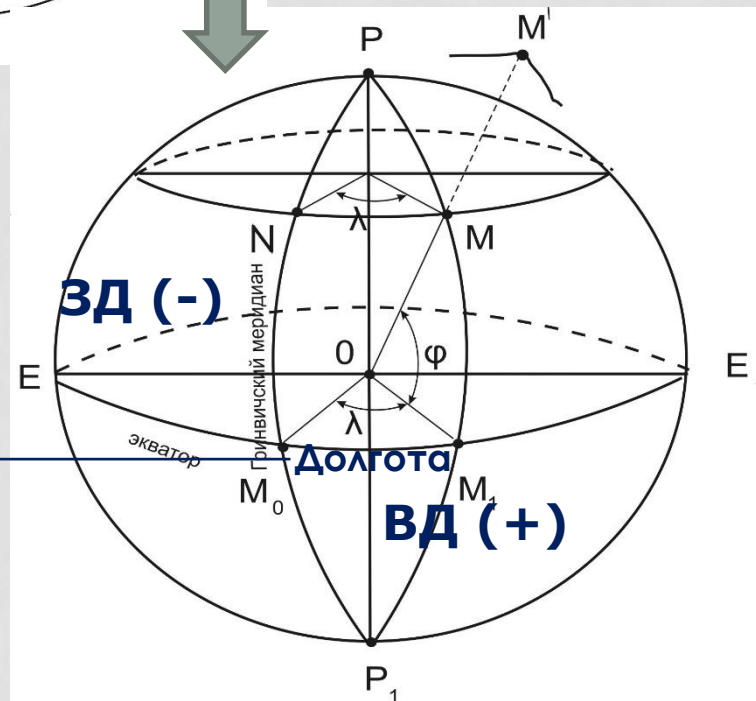




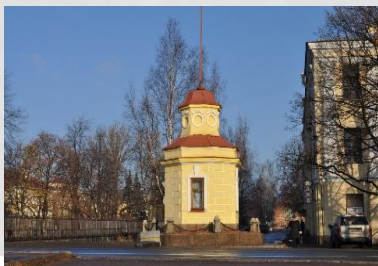
**Широта - угол,  
образованный  
нормалью к  
поверхности  
шара в данной  
точке и  
плоскостью  
экватора**



Положение нулевого меридиана



**Долгота - двугранный угол, составленный плоскостями начального меридиана и географического меридиана данной точки**



Кронштадский фруштук

модель

# Это интересно!

## СТРАНА, ТЕРРИТОРИЯ ИЛИ МОРЕ, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЕ ПРОХОДИТ ГРИНВИЧСКИЙ МЕРИДИАН

Координаты (приблизительно)	Страна, территория или море	Примечания
$90^{\circ}00' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Северный Ледовитый океан</u>	<u>Северный Полюс</u>
$81^{\circ}39' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гренландское море</u>	
$72^{\circ}53' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Норвежское море</u> 	
$61^{\circ}00' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Северное море</u>	
$53^{\circ}45' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Великобритания</u> 	Проходит через <u>Лондон</u> , <u>п-ов Гринуич</u> и <u>Гринвичскую обсерваторию</u>
$50^{\circ}47' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Пролив Ла-Манш</u>	
$49^{\circ}19' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Франция</u> 	
$42^{\circ}41' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Испания</u>	
$39^{\circ}56' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Средиземное море</u>	<u>Валенсийский залив</u>
$38^{\circ}52' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Испания</u> 	
$38^{\circ}38' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Средиземное море</u> 	
$35^{\circ}50' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Алжир</u> 	
$21^{\circ}50' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Мали</u> 	
$14^{\circ}59' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Буркина-Фасо</u> 	
$11^{\circ}06' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Того</u> 	Примерно 600 м
$11^{\circ}06' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гана</u>	Примерно 16 км
$10^{\circ}57' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Того</u> 	
$10^{\circ}36' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Гана</u>	Пересекает озеро <u>Вольта</u> , $7^{\circ}48' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>
$5^{\circ}37' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Атлантический океан</u>	Пересекает <u>экватор</u> в точке $0^{\circ}00' \text{ с. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>
$60^{\circ}00' \text{ ю. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Южный океан</u>	
$68^{\circ}54' \text{ ю. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>	<u>Антарктида</u>	<u>Земля Королевы Мод</u> , <u>Южный полюс</u> , $90^{\circ}00' \text{ ю. ш. } 0^{\circ}00' \text{ в. д.}$ <sup>НГЯО</sup>

## Это интересно!

### Национальные системы высот

1. Балтийская система высот (Россия с 1977 г). Отсчёт высот от нуля Крондштадского футштока – среднего уровня Балтийского моря..(рис.)
2. *Normalhöhenull* (Германия) (с 1992 г). Отсчёт высот от отметки на церкви святого Александра в Валленхорсте.
3. *National Geodetic Vertical Datum of 1929*. Система высот США и Канады. Отсчёт высот по уровню высоты моря в 26 точках североамериканского континента.
4. *European Terrestrial Reference System 1989*. Система высот используется в Италии и ряде других европейских стран. Отсчёт ведётся по уровню высот Евразийской литосферной плиты.
5. *Amsterdam Ordnance Datum* с 1879. Используется в Нидерландах. Отсчёт ведётся от отметки в центре Амстердама на высоте 9 футов 5 дюймов над уровнем моря, которая принята за «0».
6. Во Франции и некоторых других странах Европы и Африки за основу были взяты показания Марсельского мареографа в 1885–1897 годах.
7. В Великобритании отсчет ведут от среднего уровня моря у города Ньюлин в проливе Ла-Манш, зафиксированного между 1915 и 1921 годом.

**Вывод 3.** Координаты в географической системе координат: географическая широта, географическая долгота, абсолютная высота. Географические координаты определяют по топографической карте относительно сетки меридианов.

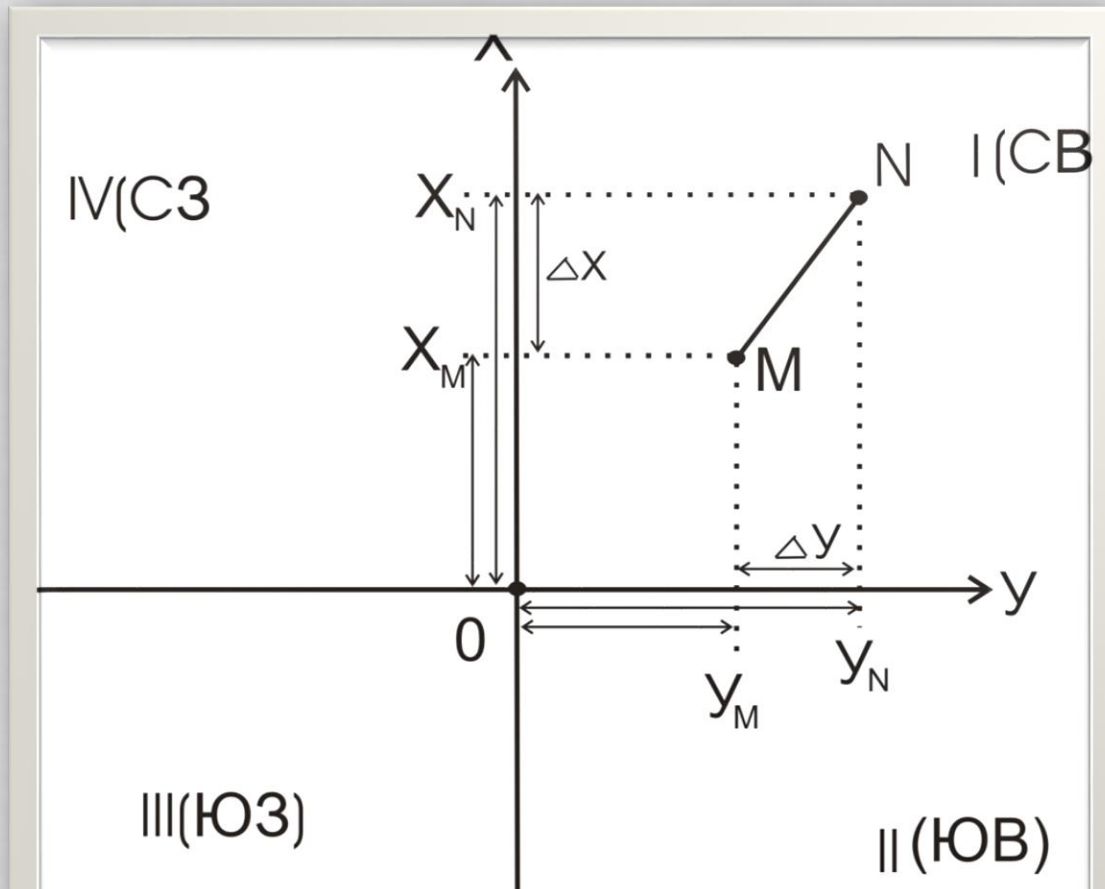
Географическая система координат является единой для всего земного шара, широко применяется при решении задач астрономии, сферической геометрии, картографии и т.д., охватывающих большие пространства

# ЭТО ИНТЕРЕСНО!

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ

Город	Страна	Широта	Долгота	Расстояние Томска/время относительно Томска	до	Высота
Аккра (2 млн)	Гана 29 млн	5°33'21" с.ш.	0°11'48" з.д.	9270 км/на 7 часов меньше		33 м
Дакка (10 млн)	Бангладеш 165 млн	23°42'27" с.ш.	90°24'26" в.д.	3677 км/на 1 час меньше		23 м
Багдад (7 млн)	Ирак 39 млн	33°20'26" с.ш.	44°24'03" в.д.	4012 км/на 4 часа меньше		41 м
Каир (8 млн)	Египет 98 млн	30°03'45" с.ш.	31°14'58" в.д.	5070 км/на 5 часов меньше		23 м
Москва (12 млн)	Россия 145 млн	55°45'07" с.ш.	37°36'59" в.д.	2878 км/на 4 часа меньше		155 м
Томск (0,5 млн)	Россия 145 млн	56°29'51" с.ш.	84°58'27" в.д.	-		117 м

## • 4. Система условных плоских прямоугольных координат

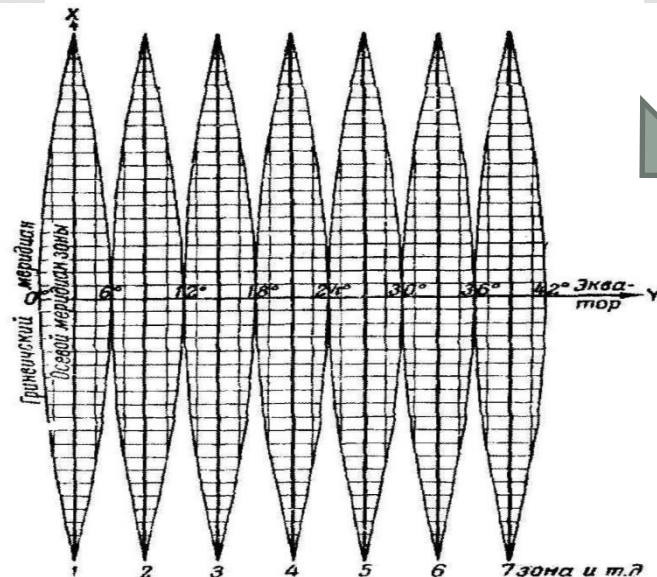
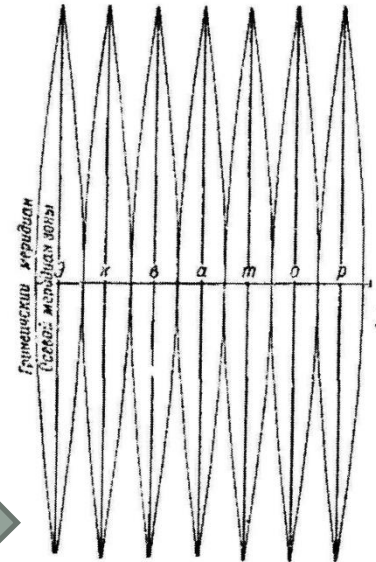
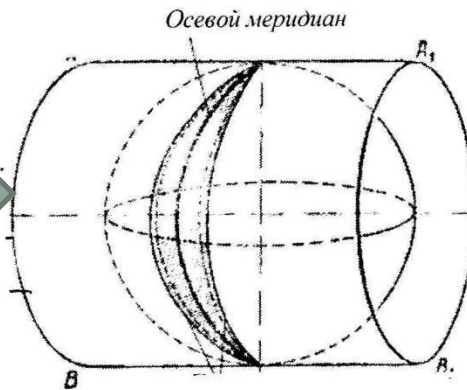
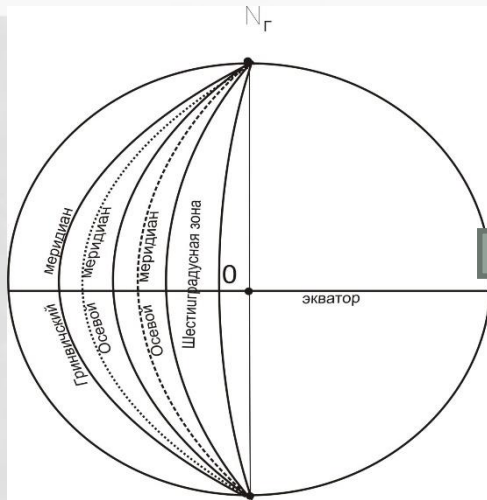


$$\Delta x_{MN} = x_N - x_M$$

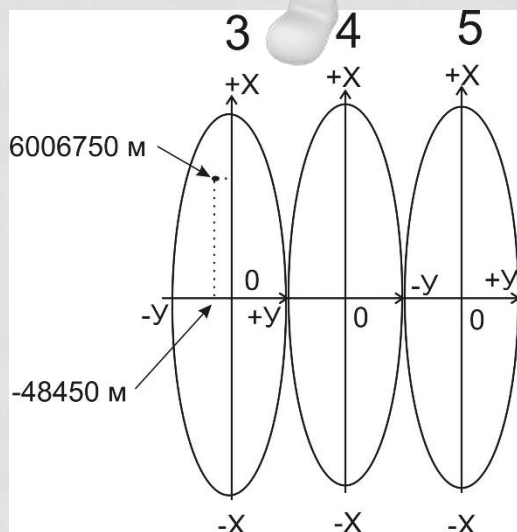
$$\Delta y_{MN} = y_N - y_M$$

- **Вывод 4.** Положение любой точки на плоскости в данной системе определится координатами  $x$  и  $y$ , знаки которых зависят от четверти, в которой находится точка.

# 5. Зональная система плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера

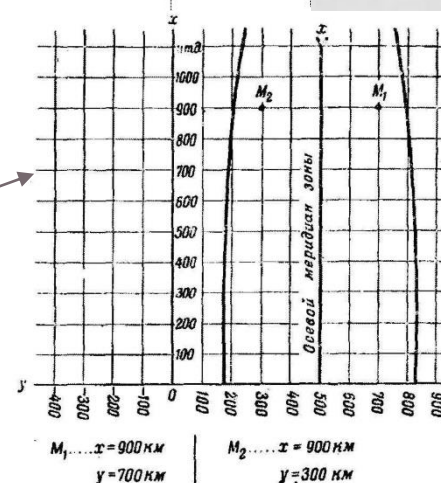
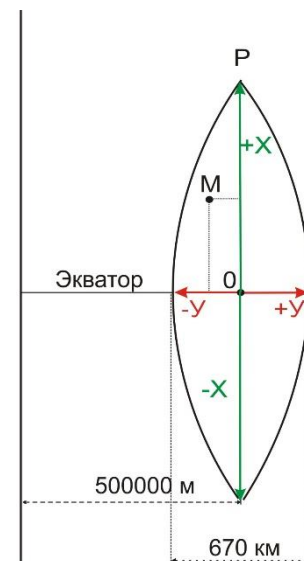


# Двойное преобразование координаты «у» в системе координат Гаусса-Крюгера



• 1. Перемещение оси  $x$  на  $500$  км на запад

• 2. Добавление к числовому значению координаты номера шестиградусной зоны





**ПРИМЕР 1.** пусть  $y_A = -172375$  м, 11 ЗОНА  
Найдите преобразованную ординату точки А

1. Прибавляем 500 км, тогда

$$y_{A \text{ прив}} = 500000 \text{ м} + -172375 \text{ м} = 327625 \text{ м.}$$

2. Номер зоны ставим впереди числа

$$y_{A \text{ прив}} = 11327625 \text{ м.}$$

**ПРИМЕР 2.** Сняли с карты координату  $y_{B \text{ ПРИВ}} = 59285746$  м

Найдите истинную ординату точки В

1. Отсчитываем слева 6 цифр, записываем

$$y_{B \text{ прив}} = 285746 \text{ м.}$$

2. Отнимаем 500 км

$$y_B = 285746 \text{ м} - 5000000 \text{ м} = -214254 \text{ м}$$

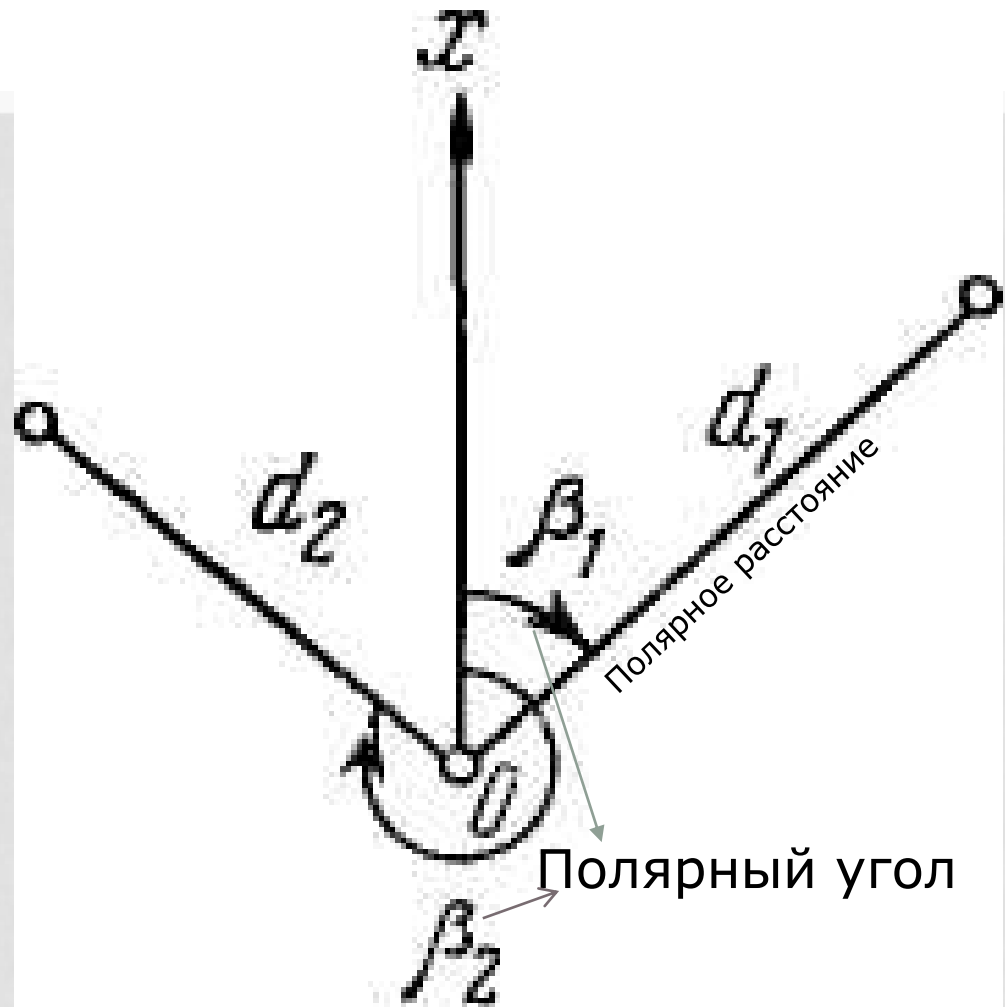
- Вывод 5.** Координаты в системе координат Гаусса-Крюгера: абсцисса  $x$  и ордината  $y$ . Определяют на топографической карте относительно координатной сетки. Ординату снимают с карты с двумя преобразованиями.

## ? Вопрос на дом

Как определить долготу осевого меридиана любой шестиградусной зоны Гаусса-Крюгера



## • 6. Система полярных плоских координат



**Вывод 6.** Координаты в системе полярных плоских координат : полярный угол и полярное расстояние. Находит широкое применение в теодолитной съёмке и при выносе точек в натуру на горизонтальной плоскости



# Используйте материал Лекции 2 для определения координат по карте на практических занятиях



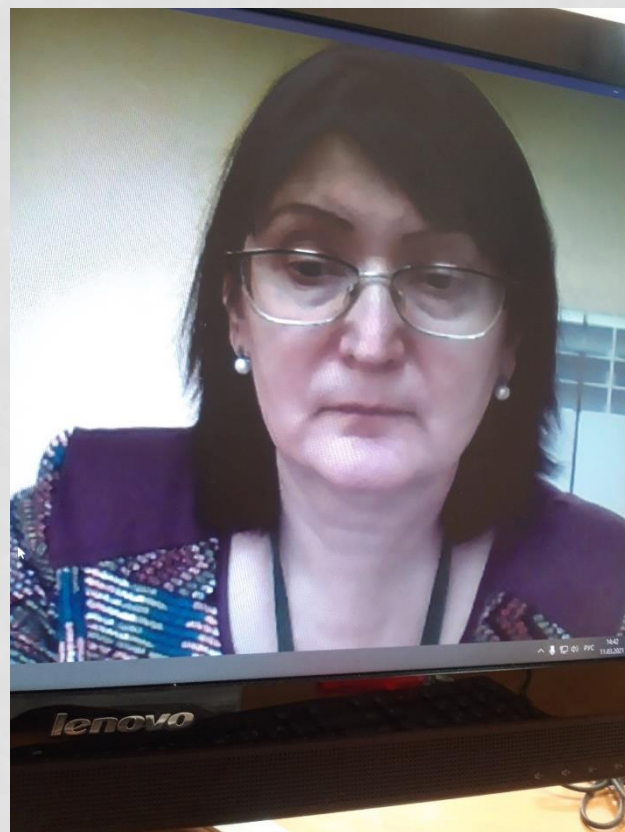
## Учебные материалы по теме

- **Электронный курс:** модуль 1, 3-5 недели (теоретическая часть и дополнительные материалы)
- **Дьяков, Б. Н. Геодезия:** учебник [Электронный ресурс] / Дьяков Б. Н. – 2-е изд., испр.– Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 416 с.. – Книга из коллекции Лань - Инженернотехнические науки.. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/111205> (контент) . §1.3.–1.7., с. 18-32.
- **Кусов, В. С. Основы геодезии, картографии и космоаэро съемки:** учебники [Электронный ресурс] / В. С. Кусов. – 3-е изд., стер. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). – Москва: Академия, 2014. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. – Естественные науки. – Электронная версия печатного издания. – Библиогр.: с. 252-254. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-45.pdf> (контент) §5.1.–5.2., с. 105-110, §5.5. с. 126-136.
- **Несмеянова, Ю. Б. Геодезия: лабораторный практикум** [Электронный ресурс] /Несмеянова Ю. Б. – Москва: МИСИС, 2015. – 54 с. – Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/93650> (контент) §1. с. 1-9.
- **Неумывакин, Ю. К. Практикум по геодезии.** – М.: КолосС, 2008. – 318 с.: ил.. §3.1.–3.7., с. 58-71.
- **Попов, В. Н., Чекалин С.И. Геодезия:** Учебник для вузов М.: Горная книга, 2007. – 519 с.: ил.. §7., с. 17-20. §9-10., с. 22-25
- **Поклад, Г.Г. Геодезия:** учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Акад Проект.. 2007. – 592 с. Гл 5. с.363-384



**КОНЕЦ ЛЕКЦИИ**

АНТРОПОВА  
НАТАЛЬЯ  
АЛЕКСЕЕВНА



ТЕЛ.: 89521501092

САЙТ: [HTTPS://PORTAL.TPU.RU/SHARED/A/ANTROPOVA](https://portal.tpu.ru/shared/a/antropova)

ЭЛ. КУРС: [HTTPS://STUD.LMS.TPU.RU/COURSE/VIEW.PHP?ID=136](https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=136)