

*МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ им. И.И. ПОЛЗУНОВА*

# **СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ВЫСОТ**

*Презентация к уроку по  
дисциплине «Основы геодезии» для 2 курса  
по теме «Системы координат и высот»*

*Специальность: 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»*

**Тема 2.1. Системы координат и высот  
Урок 2. Виды проекций. Географические,  
геодезические координаты. Прямоугольные  
координаты Гаусса-Крюгера. Балтийская  
система высот.  
Разработала преподаватель Конева Л. М.**

**Верхняя Пышма  
2018**

# Системы координат, используемые в геодезии

## Системы координат, используемые в геодезии

Системы координат можно классифицировать по ряду признаков. Приведем некоторые из них.

1. По расположению начал. Если начало отсчета совпадает с центром масс Земли, то такая система называется *геоцентрической*. Если начало отсчета системы располагается вблизи центра масс Земли (в пределах нескольких сотен метров), то это - *квазигеоцентрическая система*. При расположении начала отсчета на поверхности Земли получим *топоцентрическую* систему.

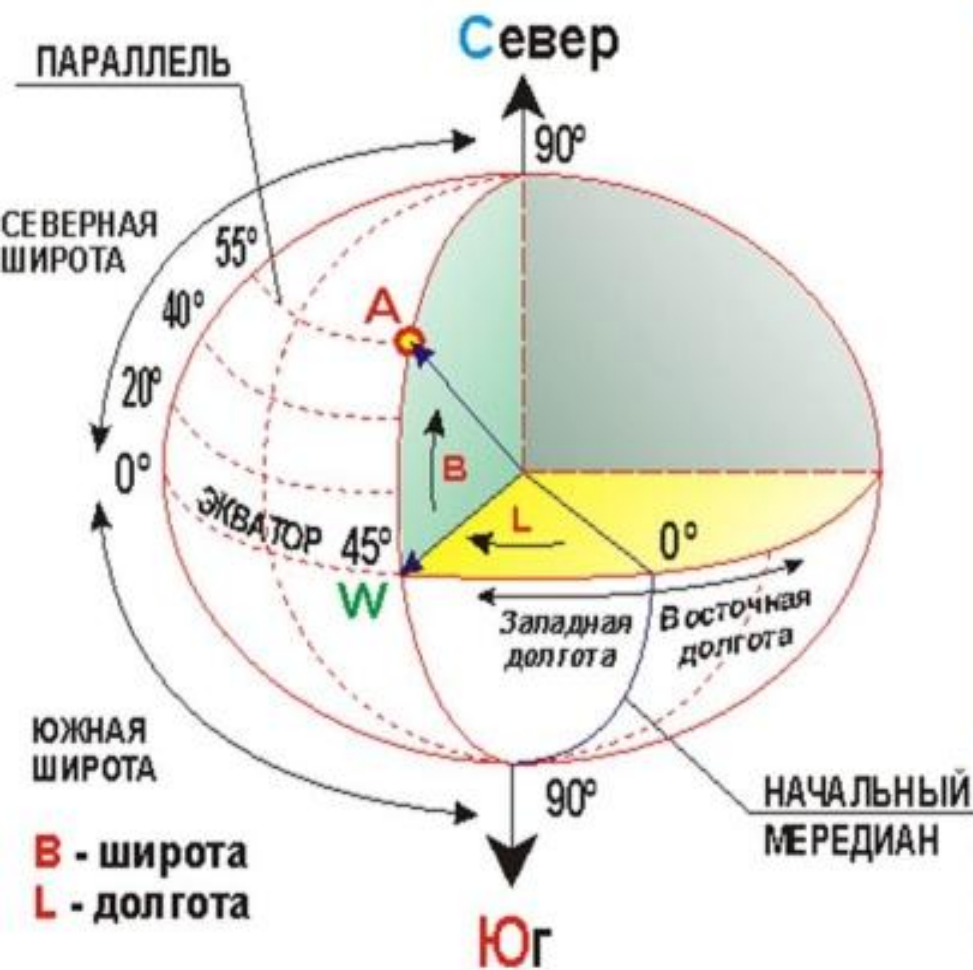
2. По виду координатных линий.

*Прямоугольные:*  $x, y, z$  - в пространстве,  $x, y$  - на плоскости;  
*криволинейные:* сферические  $\varphi, \lambda, H$  - на шаре, эллипсоидальные  $B, L, H$  - на эллипсоиде, последние часто называют просто *геодезическими*.

3. По назначению. Для описания положения небесных объектов используются *звездные* системы. Для объектов, участвующих в суточном вращении Земли, используются *земные* системы координат.

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ

Координаты точки А ( $B = 55^\circ \text{ N}$ ;  $L = 45^\circ \text{ W}$ )



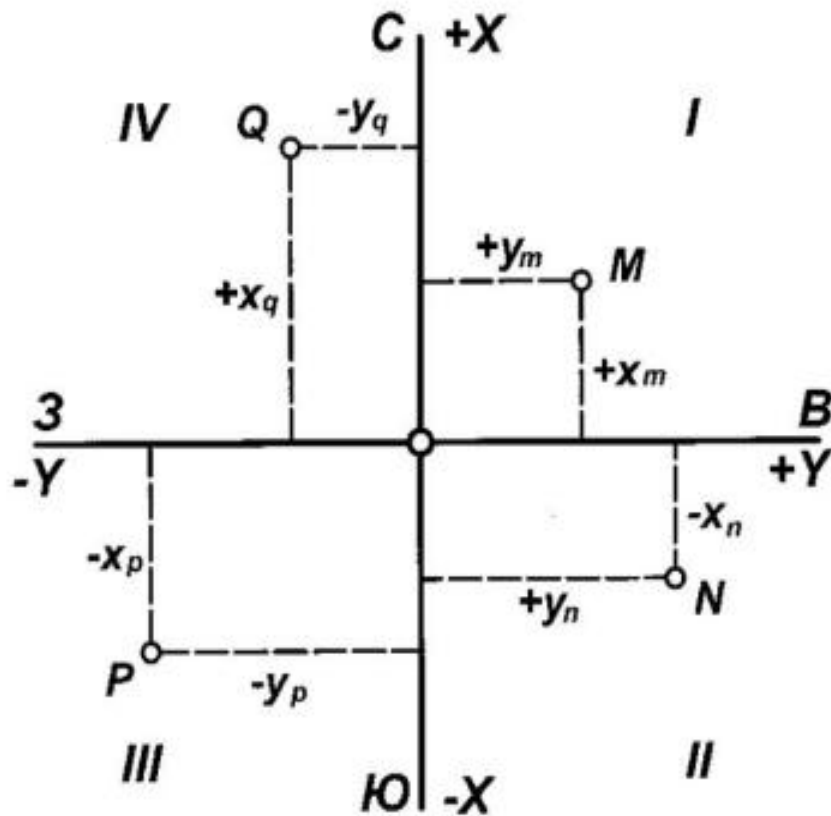
**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ**, широта и долгота, определяют положение точки на земной поверхности. *Географическая широта* – угол, образованный нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке и плоскостью экватора, отсчитываемый от 0 до  $90^\circ$  в обе стороны от экватора. *Географическая долгота* – угол между плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, и плоскостью начального меридиана. Долготы от 0 до  $180^\circ$  к востоку от начала меридиана называют восточными, к западу – западными. *Географическая высота* точки А – расстояние по нормали от этой точки до поверхности земного эллипсоида.

**Меридиан** – след от сечения сферы отвесной плоскостью, проходящей через ось вращения Земли.

**Параллель** – след от сечения сферы плоскостью перпендикулярной оси вращения Земли.

Рис.5 Географические координаты

# ПЛОСКИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ КООРДИНАТЫ



- Систему плоских прямоугольных координат образуют две взаимно перпендикулярные прямые линии, называемые осями координат; точка их пересечения называется началом или нулем системы координат. Ось абсцисс - **OX**, ось ординат - **OY**, делящие плоскость на четверти. Направлениям осей от начала координат приписываются знаки «+» и «-»
- Положение точки в прямоугольной системе однозначно определяется двумя координатами  $X$  и  $Y$ , т. е. отрезками соответствующей оси от начала координат до основания перпендикуляра, опущенного из точки на ось, с припиской этим отрезкам знака той четверти в которой лежит точка.

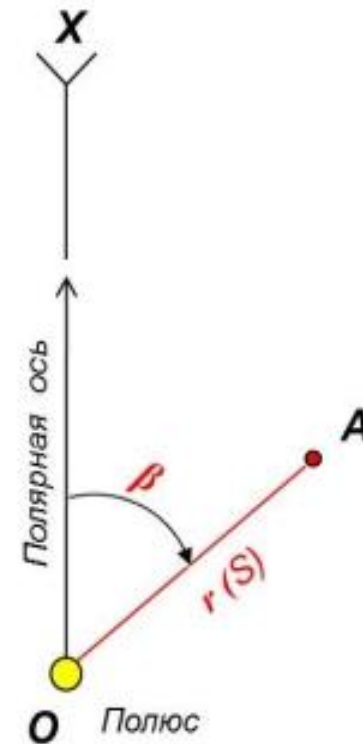
## ПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ

Полярные координаты точки на плоскости называются *плоскими полярными координатами*, а Система полярных координат образует направленный прямой луч  $OX$ . Начало координат - точка  $O$  - называется полюсом системы, линия  $OX$  - полярной осью.

Положение любой точки в полярной системе определяется радиусом-вектором  $r$  (полярным расстоянием  $S$ ) - расстоянием от полюса до точки, - и полярным углом  $\beta$  при точке  $O$ , образованным осью  $OX$  и радиусом- вектором точки и отсчитываемым от оси  $OX$  по ходу часовой стрелки

Геодезические полярные координаты определяют местоположение различных объектов, удаленных от полюса на значительные расстояния. Они широко применяются в радиотехнических системах при радиопеленговании и в других случаях.

Переход от прямоугольных координат к полярным и обратно для случая, когда начала обеих систем находятся в одной точке и оси  $OX$  у них совпадают, выполняется по формулам :  $X = S * \cos \beta$ ,  $Y = S * \sin \beta$ ,  $\operatorname{tg} \beta = Y/X$ ,  $S^2 = X^2 + Y^2$ .



## ЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ

Для изображения земной поверхности К. Гаусс в 1820 г. предложил теорию плоских конформных координат, с помощью которых земной эллипсоид без больших искажений изображается на плоскости. Идея К.Гаусса была реализована Л.Крюгером в систему координат, хорошо удовлетворяющую требованиям практики. Сущность системы координат Гаусса – Крюгера заключается в том, что поверхность земного эллипсоида меридианами, проведенными через  $6^\circ$ , делится на 60 зон. К центральному (осевому) меридиану каждой зоны проводится перпендикулярно по отношению к оси вращения Земли касательный цилиндр так (Рис.1), чтобы его ось лежала в плоскости экватора.

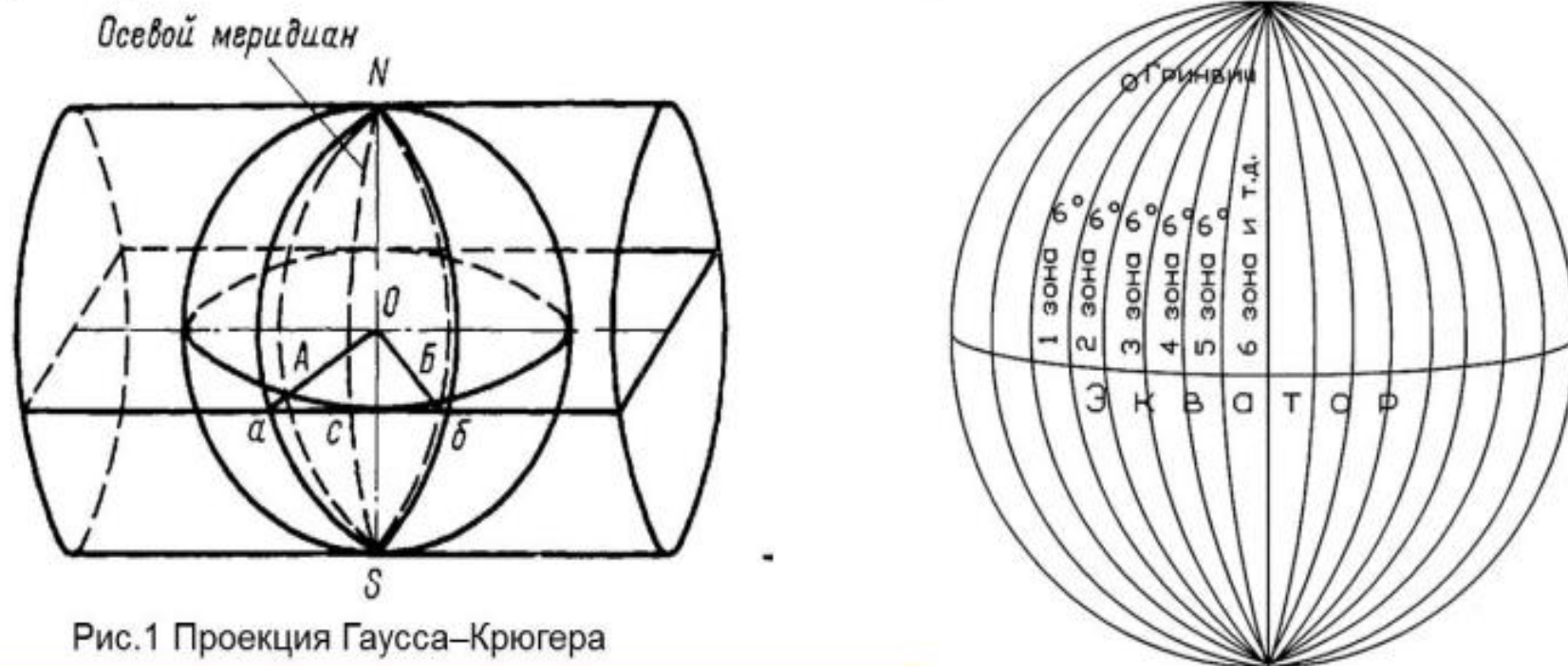


Рис.1 Проекция Гаусса–Крюгера

На внутреннюю боковую поверхность цилиндра производится проецирование поверхности сфероид в пределах данной зоны, при условии, сохранения равенства углов, форм и подобия изображаемых контуров. Осевой меридиан и экватор изображаются без искажений взаимно перпендикулярными линиями. Зоны переходят на поверхность цилиндра в несколько расширенном виде. Шестиградусные проекции на цилиндре разрезают по образующим, проходящим через полюс и развернув цилиндр, получают плоское изображение земного эллипсоида в виде шестидесяти отдельных зон.

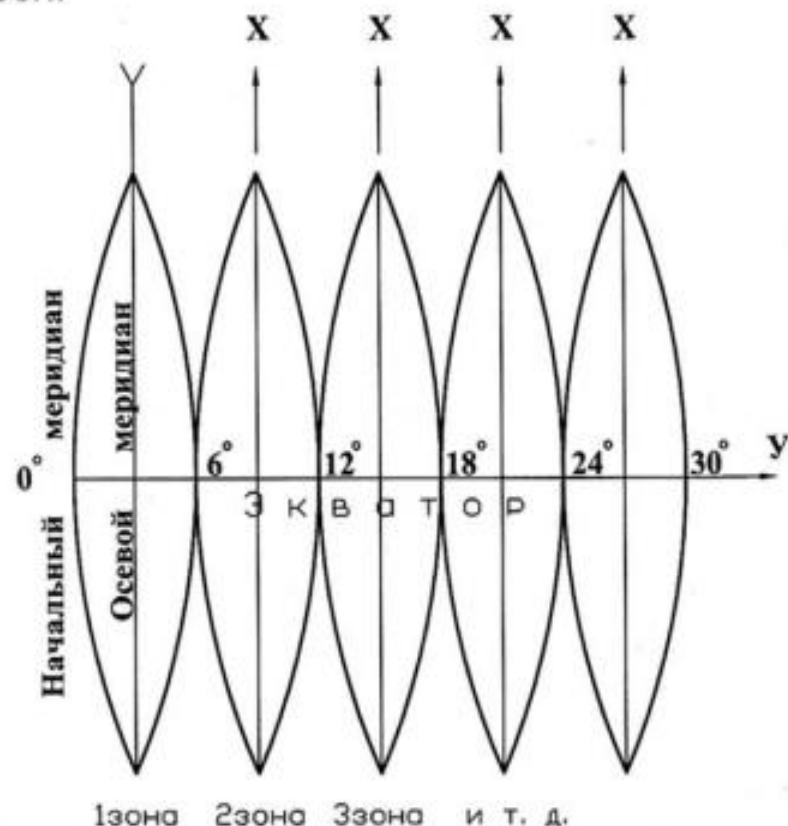
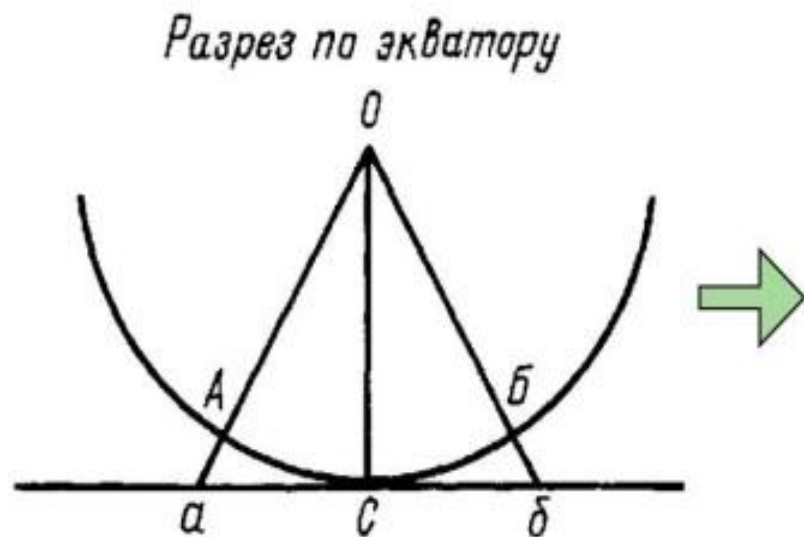


Рис.3 Разрез зоны в плоскости экватора

Рис.4 Изображение зон в проекции Гаусса–Крюгера

Такую проекцию называют равноугольной поперечно-цилиндрической. В этой системе начало координат в каждой зоне принимают в точке пересечения осевого меридиана с экватором. Осевой меридиан зоны принимают за ось абсцисс. Изображение экватора в виде прямой, перпендикулярной осевому меридиану, принимают за ось ординат.

Ширина каждой такой зоны по экватору около 660 км, а длина с севера на юг около 20 000 км. Номера зон отсчитываются на восток от Гринвичского меридиана. Зоны 1 – 30 находятся в восточном полушарии, а зоны 31 – 60 в западном. Долгота  $\lambda$  осевого меридиана определяется по формулам:  $\lambda = N \cdot 6^\circ - 3^\circ$  (для восточного полушария). На территории нашей страны находятся зоны от 4-й (район Калининграда) до 32-й (территория о. Врангеля)

Прямоугольные координаты в проекции Гаусса-Крюгера показывают положение точки относительно экватора и осевого меридиана в км:

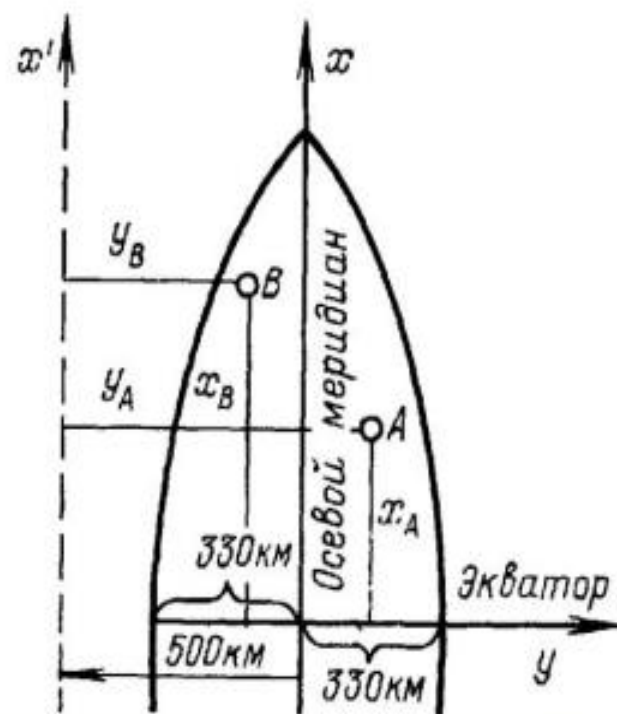
X – расстояние точки от экватора по оси абсцисс;

Y – расстояние от осевого меридиана до точки по оси ординат.

Для исключения отрицательных значений Y ордината осевого меридиана принята равной 500 км.

Дополнительно перед ординатой ставится номер зоны (приведенная ордината).

Например, X= 5980 км, Y= 8560 км. Т. е. точка находится в восьмой зоне и проходит в 560 км от начала счета ординат или на 60 км восточнее осевого меридиана зоны.





Для определения положения точек физической земной поверхности недостаточно знать положение двух координат, так как они определяют только положение проекций точек на поверхность эллипсоида. Поэтому в геодезии пользуются третьей координатой – высотой.

**Высотой точки** называется ее отстояние от уровенной поверхности принятой за начальную.

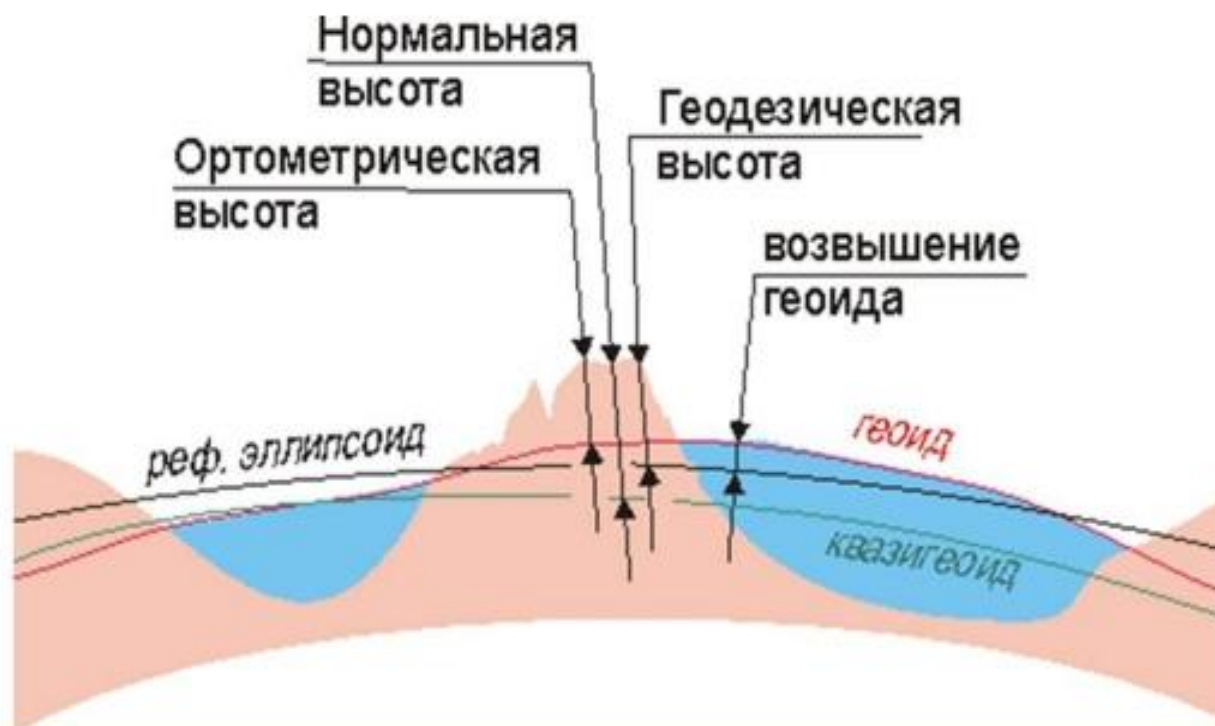
## ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫСОТ В ГЕОДЕЗИИ

**Ортометрическая высота точки** – её отстояние от поверхности геоида по отвесной линии.

**Геодезическая высота точки** – её отстояние от поверхности референц-эллипсоида по нормали.

**Нормальная высота точки** – её отстояние от поверхности квазигеоида по нормали.

Геодезические работы выполняются только в ортометрических системах высот.



# Метод проекций

Для изображения на плоскости участка земной поверхности нужно:

1) спроецировать все точки участка на *поверхность относимости* (на эллипсоид вращения или на сферу)

В геодезии используют ортогональный метод проецирования, при котором точки земной поверхности A,B,C,D,E проектируют отвесными линиями на уровенную поверхность MN и получают горизонтальную проекцию соответствующих точек физической земной поверхности a,b,c,d,e.

2) *изобразить поверхность относимости на плоскости.*

Картографическое проецирование- способ перехода с поверхности относимости на плоскость. Вид проекций выбирают в зависимости от назначения карты и величин искажений.

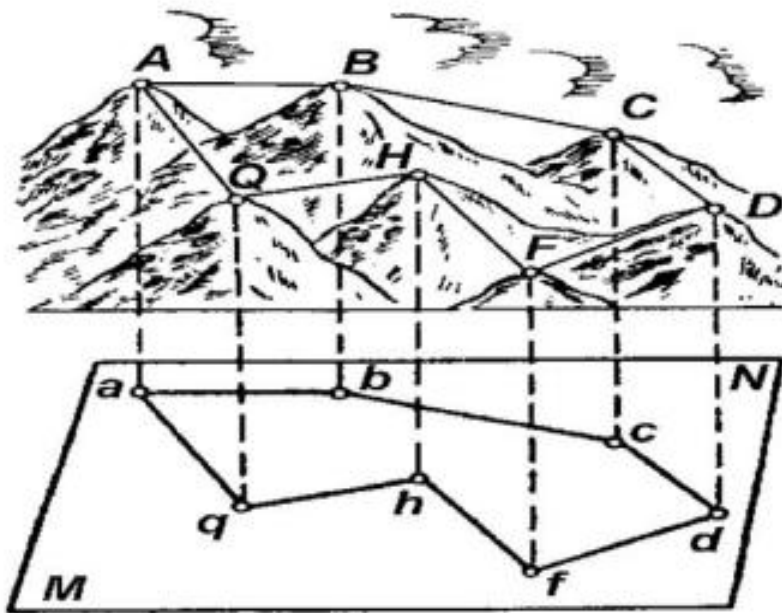


Рис.1 Проекции земной поверхности на плоскости

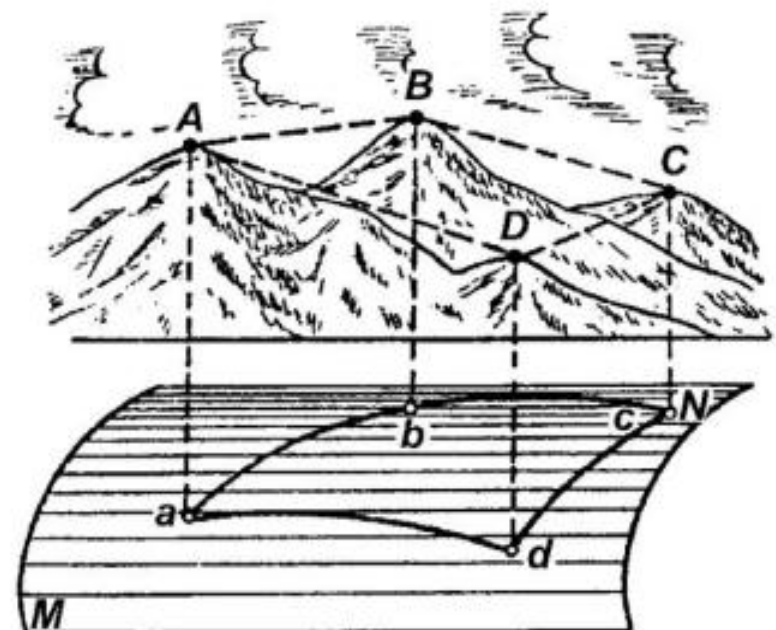


Рис. 2 Проекции земной поверхности на сфере

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- <http://slidespace.ru/show/1190>