

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИИ

Старший преподаватель  
Ульяна Анатольевна Букша

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Предмет геодезии. Основные задачи инженерной геодезии.
2. Фигура и размеры земли. Определение уровенной поверхности
3. Высота точки. Системы высот принятые в геодезии. Отметка точки.  
Превышение
4. Системы координат принятые в геодезии

1. ПРЕДМЕТ ГЕОДЕЗИИ. ОСНОВНЫЕ  
ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ.

**ГЕОДЕЗИЯ** – наука об измерениях на земной поверхности и в околоземном пространстве, проводимых для определения формы и размеров Земли; для изображения ее поверхности или отдельных частей в виде обычных и цифровых карт, планов и профилей.



**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ** – наука, предметом изучения которой является комплекс геодезических работ, выполняемых при изысканиях, проектировании, строительстве, эксплуатации инженерных сооружений; при монтаже технологического оборудования, при поисках, разведке, разработке и охране природных ресурсов.

### **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

1. Получение геодезических данных при разработке проектов строительства сооружений (инженерно-геодезические изыскания);
2. Определение на местности основных осей и границ сооружений в соответствии с проектом строительства (разбивочные работы);
3. Геодезическое обеспечение установки строительных конструкций и технологического оборудования в проектное положение с заданной точностью, контроль за формой и размерами сооружения в целом;
4. Определение отклонений геометрической формы и размеров возведенного сооружения от проектных (исполнительные съёмки);
5. Изучение деформаций (смещений) земной поверхности под сооружением, самого сооружения или его частей под воздействием природных факторов и в результате деятельности человека.

2. ФИГУРА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВЕННОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ.

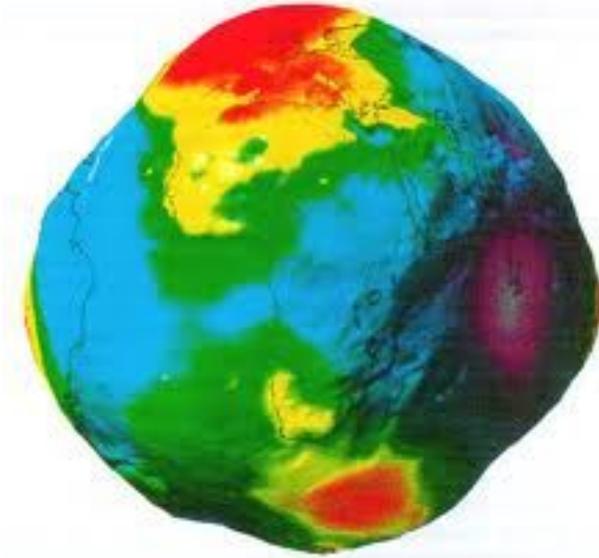
# 1. Общая фигура Земли (ОФЗ)



Положение точек на земной поверхности определяют относительно **Общей Фигуры Земли**.

Под **ОФЗ** принимают фигуру, ограниченную физической поверхностью (3800 м – средняя глубина океана; 875 м – средняя высота суши).

## 2. Геоид

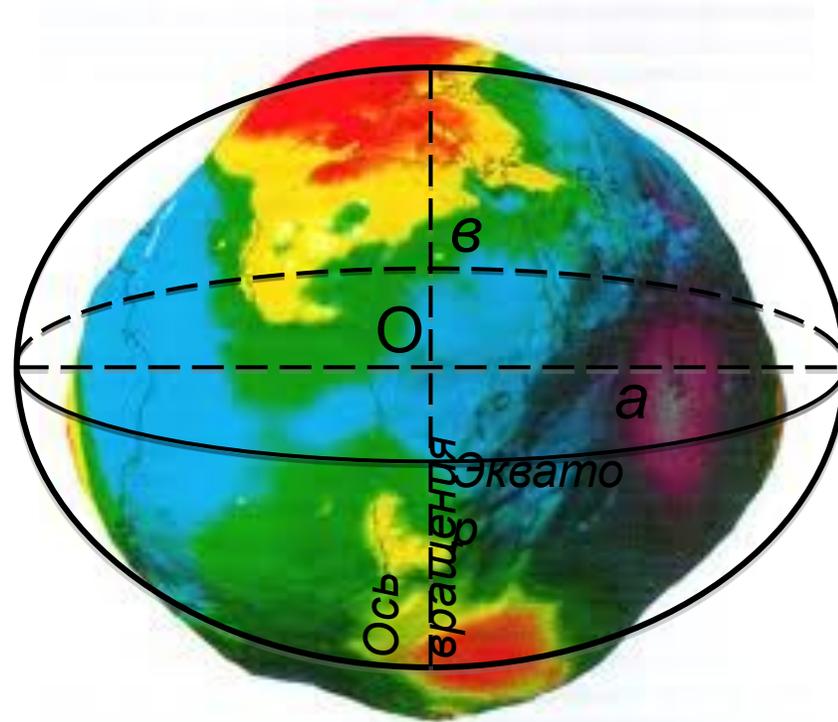


**ГЕОИД** – фигура, образованная поверхностью Мирового океана в состоянии полного покоя, мысленно продолженной под материками.

Поверхность геоида в каждой своей точке перпендикулярна вектору силы тяжести (отвесной линии), т.е. всюду горизонтальна и представляет собой *основную уровенную поверхность*.

Из-за вращения Земли и неравномерности распределения масс в земной коре поверхность геоида не описывается простыми точными уравнениями. Поэтому, для обработки результатов геодезических измерений в качестве фигуры Земли используют ЭЛЛИпсоид. Это фигура, получаемая вращением эллипса вокруг малой оси.

### 3. Эллипсоид

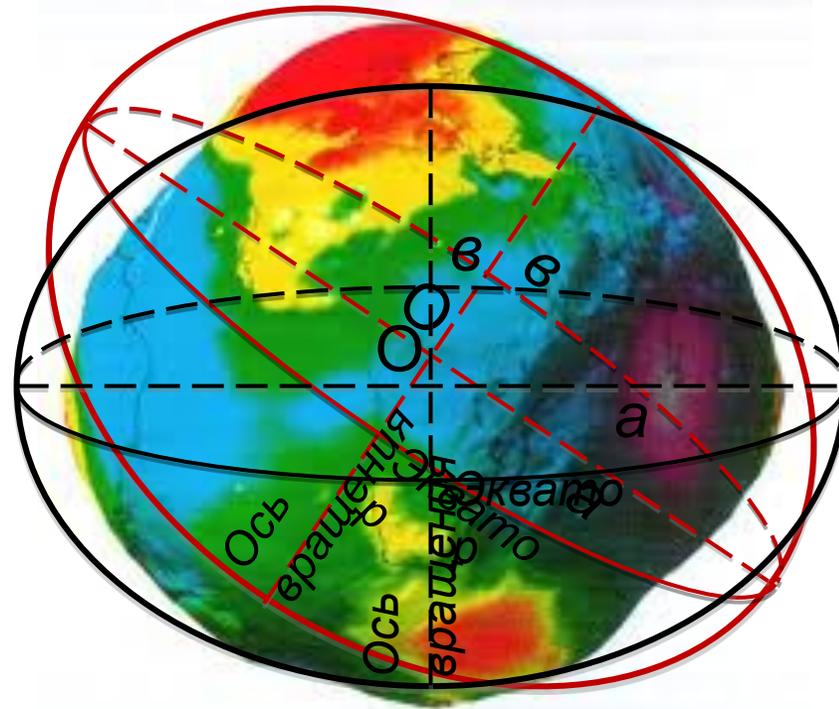


Параметры референц-эллипсоида Красовского

$$a = 6\,378\,245$$

$$b = 6\,356\,863$$

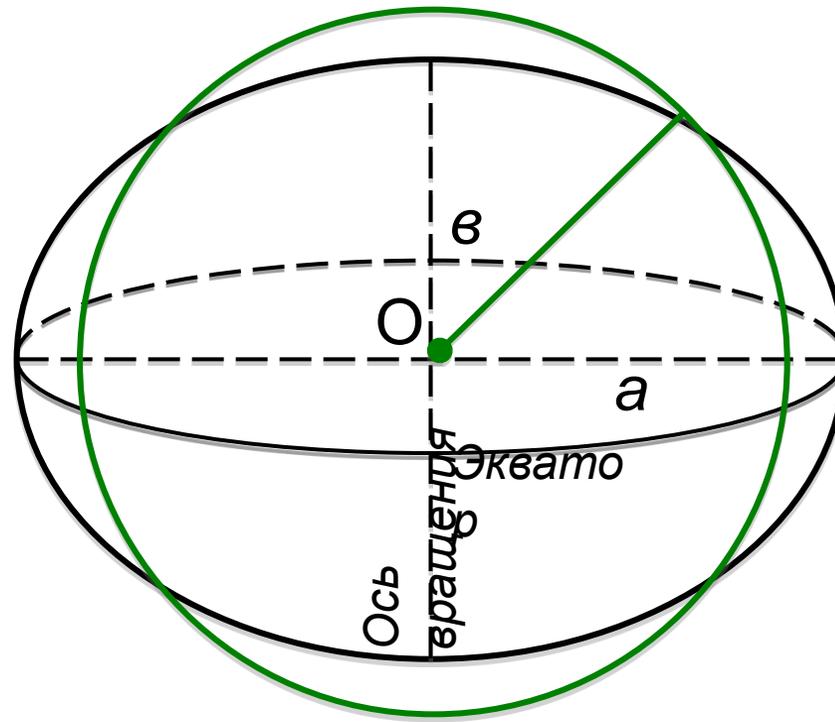
$$\alpha = (a - b) / a = \frac{1}{298,3}$$



Эллипсоиды, принятые для обработки геодезических измерений и установления системы геодезических координат на территории разных стран, называют **референц-эллипсоидами**. Референц-эллипсоиды ориентируют в теле Земли таким образом, что отклонение его поверхности от поверхности геоида в пределах страны не превышает 100-150 м.

## 4. Шар

В инженерной геодезии при решении многих практических задач допускается принимать Землю за шар



$$V_{Ш} = V_{Э}$$

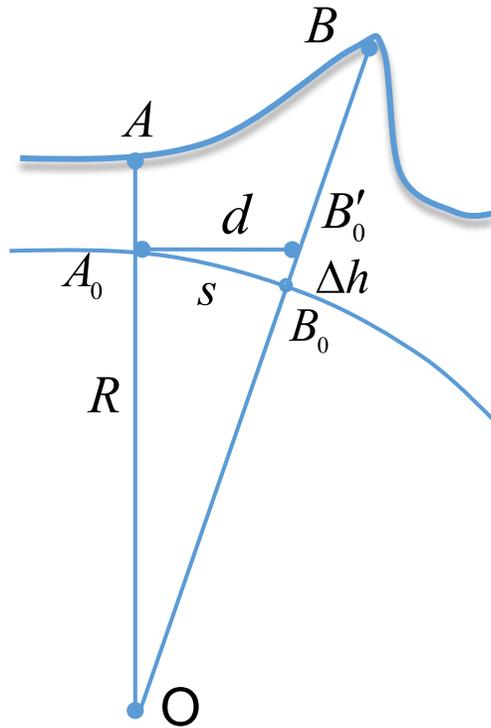
$$R = 6371,117 \text{ км}$$

Поверхности геоида, эллипсоида, шара являются уровенными поверхностями.

**Уровенная поверхность** – это замкнутая поверхность, в каждой своей точке перпендикулярная к отвесной линии или к направлению вектора силы тяжести. Таких поверхностей, огибающих Землю, можно вообразить множество.

# ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ ЗЕМЛИ НА ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАССТОЯНИЙ

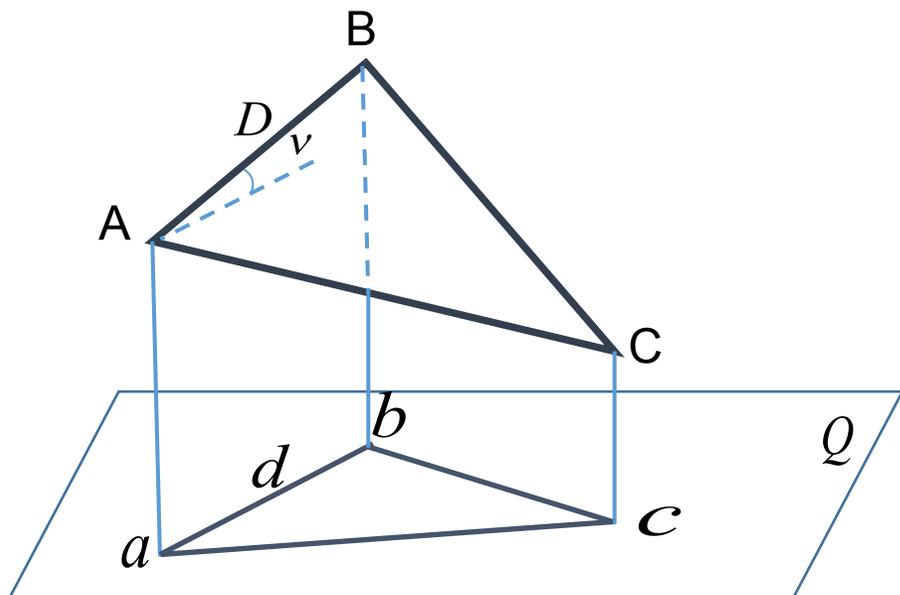
Во всех случаях участок земной поверхности радиусом 10 км можно принимать за плоскость. При решении инженерных задач за плоскость можно принимать участок урovenной поверхности радиусом до 25 км, так как при этом расхождение  $\Delta d$  между длинами проекций отрезка  $AB$  на сферу  $s$  и на касательную к ней плоскость  $d$  будет достаточно мало (порядка 1:200000).



Расхождения вертикальных расстояний  $\Delta h$  между урovenной поверхностью и горизонтальной плоскостью учитывается при строительстве ряда сооружений и выполнении многих геодезических измерений. Величина  $\Delta h$  называется **поправкой за кривизну Земли**. В зависимости от расстояния между точками величина поправки принимает следующие значения:

$d, \text{ км}$	0,1	0,2	0,3	1
$\Delta h, \text{ мм}$	0,8	3,1	7,0	78

# МЕТОД ПРОЕКЦИЙ В ГЕОДЕЗИИ



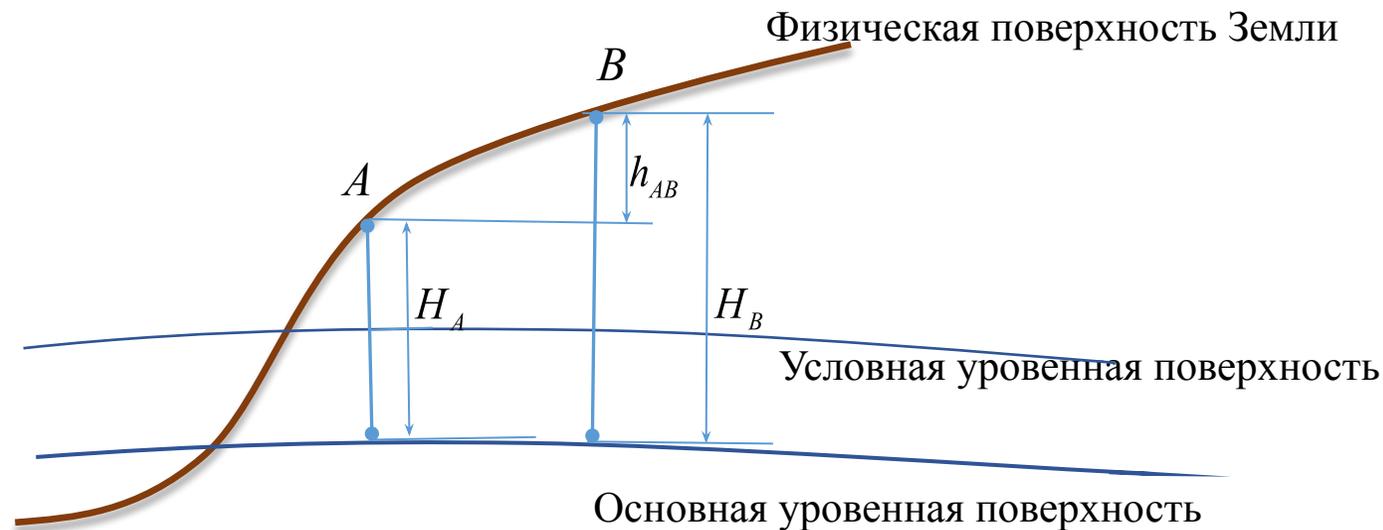
Для обработки результаты измерений с физической поверхности Земли, чаще всего, ортогонально переносят на горизонтальную плоскость – уровенную поверхность.

**Горизонтальное проложение  $d$**  – это длина проекции на горизонтальную плоскость отрезка прямой линии на местности длиной  $D$

$$d = D \cos \nu$$

**Угол наклона  $\nu$**  прямого отрезка  $AB$  к горизонтальной поверхности измеряется в отвесной плоскости.

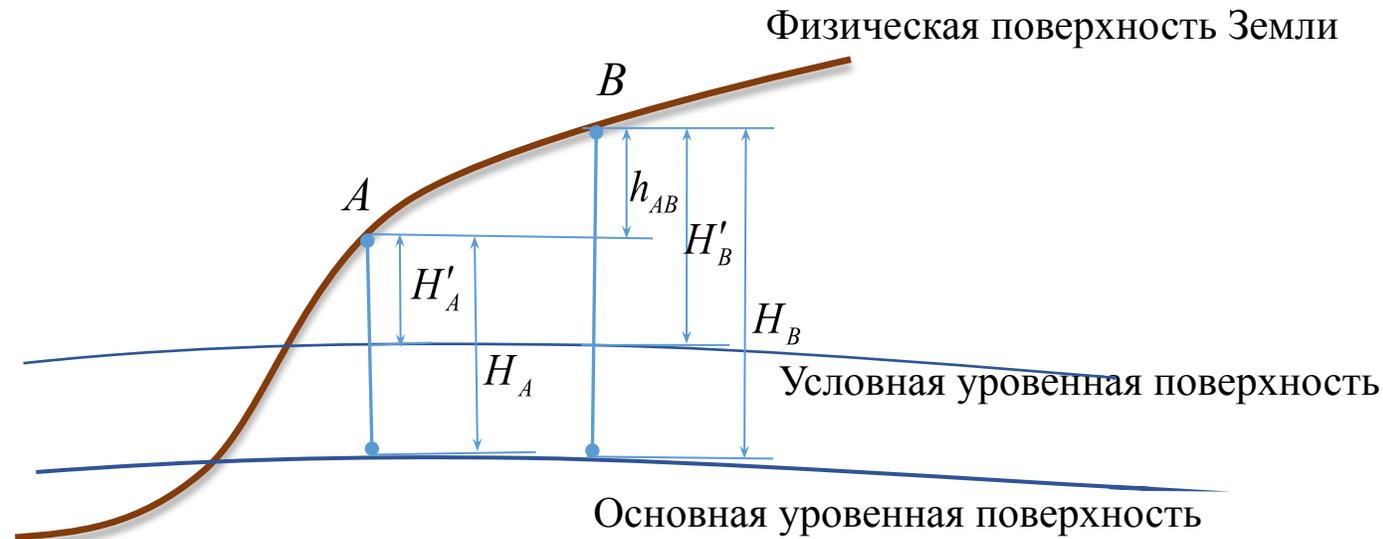
3. ВЫСОТА ТОЧКИ. СИСТЕМЫ ВЫСОТ  
ПРИНЯТЫЕ В ГЕОДЕЗИИ. ОТМЕТКА ТОЧКИ.  
ПРЕВЫШЕНИЕ



Расстояние по отвесной линии от уровенной поверхности до точки *A* физической поверхности Земли называется **высотой  $H_A$** .

Разница высот двух точек называется **превышением**

$$h_{AB} = H_B - H_A$$



Высота абсолютная,  $H_A$  – если её отсчёт ведётся от уровенной поверхности, принятой за основную. В России за начало отсчета абсолютных высот принят нуль Кронштадтского футштока, соответствующий среднему уровню Балтийского моря (Балтийская система высот).

Высота относительная (условная),  $H'_A$  – если отсчёт ведется от произвольной уровенной поверхности, параллельной основной уровенной поверхности.

Для перехода от условной системы высот к абсолютной и наоборот необходимо знать расстояние от основной уровенной поверхности до условной.

Численное значение высоты называется **отметкой** точки (абсолютной или условной).

Например:

$H_B = 523,748$  м – абсолютная отметка

$H'_B = 23,748$  м – условная отметка

## 4. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ПРИНЯТЫЕ В ГЕОДЕЗИИ

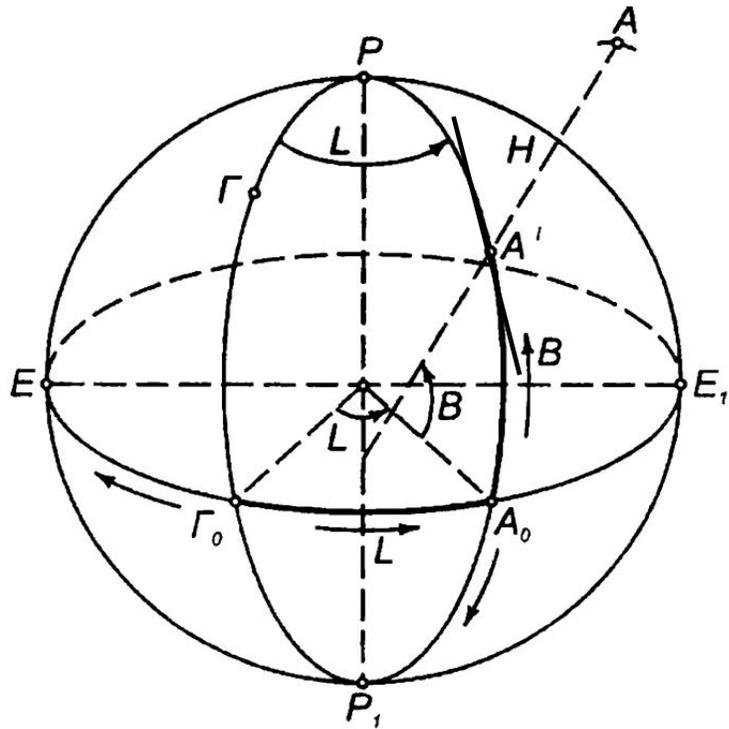
# ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ

Географическая система координат объединяет под общим названием две системы: астрономическую и геодезическую. В астрономической системе координат положение точек определяют относительно направлений отвесных линий в точках земной поверхности, а в геодезической – относительно нормалей к референц-эллипсоиду.

Астрономические координаты могут быть измерены техническими средствами астрономо-геодезическими методами. Географические координаты точек получают только путем вычислений. Эти две системы связаны через *уклонение отвесных линий* – угол между направлениями нормали к поверхности эллипсоида и отвесной линией в данной точке.

При решении многих практических задач нет необходимости учитывать уклонение отвесных линий. Поэтому под географической системой координат понимают элементы **геодезической системы координат**.

# ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ



$A(B, L, H)$

Систему геодезических координат на поверхности эллипсоида образуют линии меридианов и параллелей.

Меридиан – воображаемая линия, образованная секущей плоскостью, проходящей через ось вращения Земли.

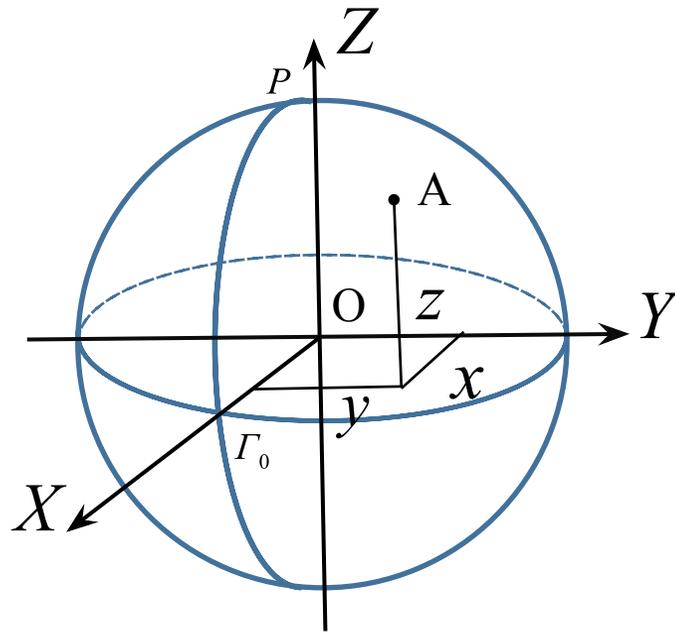
Параллель – воображаемая линия, образованная секущей плоскостью, перпендикулярной оси вращения Земли.

Положение параллели точки определяется углом между плоскостью экватора и нормалью к поверхности эллипсоида в данной точке. Угол называется **широтой данной точки (B)**.

Положение меридиана точки определяется двугранным углом, образованным плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, называемым **долготой данной точки (L)**.

**Высота H** – расстояние по нормали к поверхности эллипсоида от проекции точки

# СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ

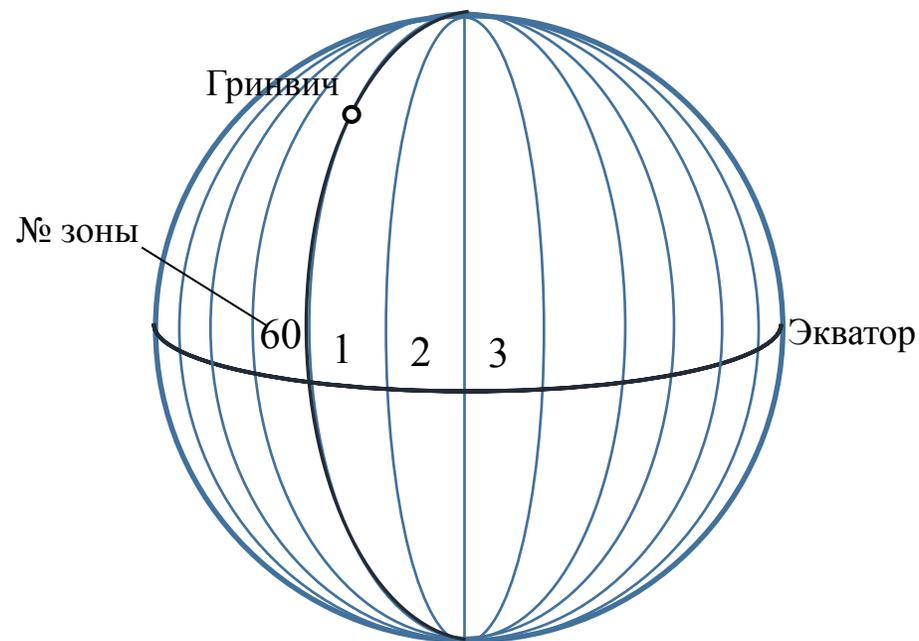


За начало координат  $O$  принят центр земного эллипсоида

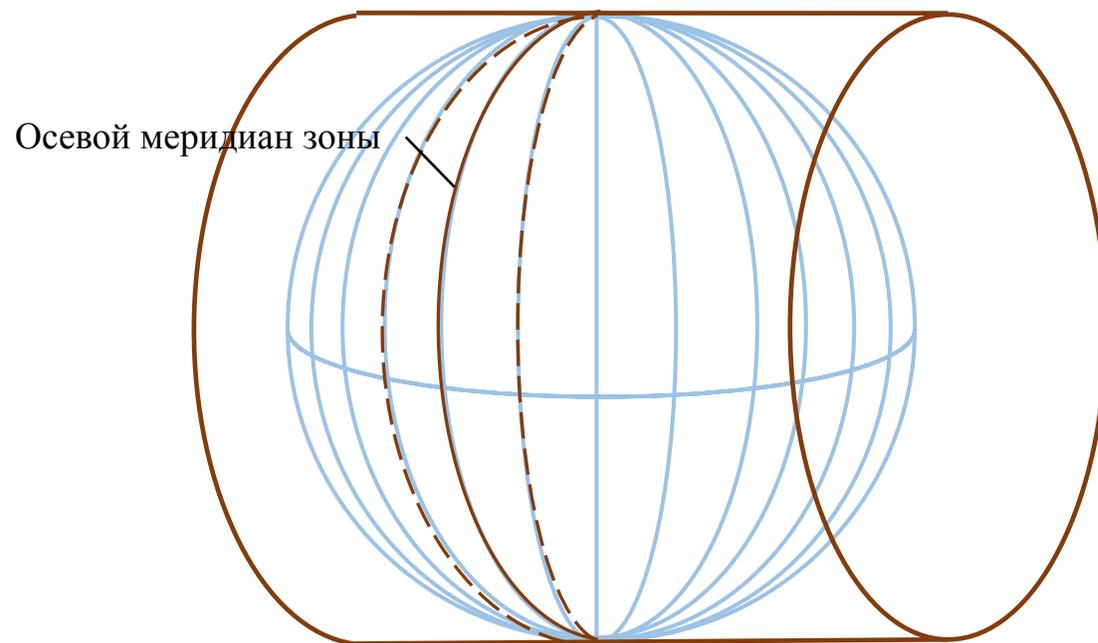
# ЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЛОСКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ГАУССА-КРЮГЕРА

При решении инженерно-геодезических задач переходят от пространственных координат (геодезических) к системе плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера. Суть проекции состоит в следующем:

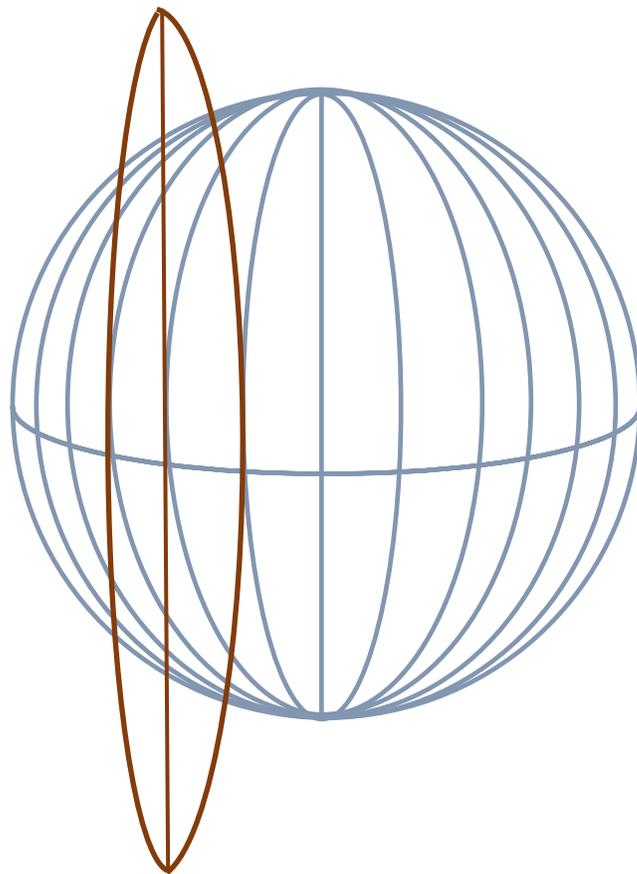
1. Земной эллипсоид делят меридианами на  $6^\circ$  зоны, которые нумеруют от нулевого меридиана на восток



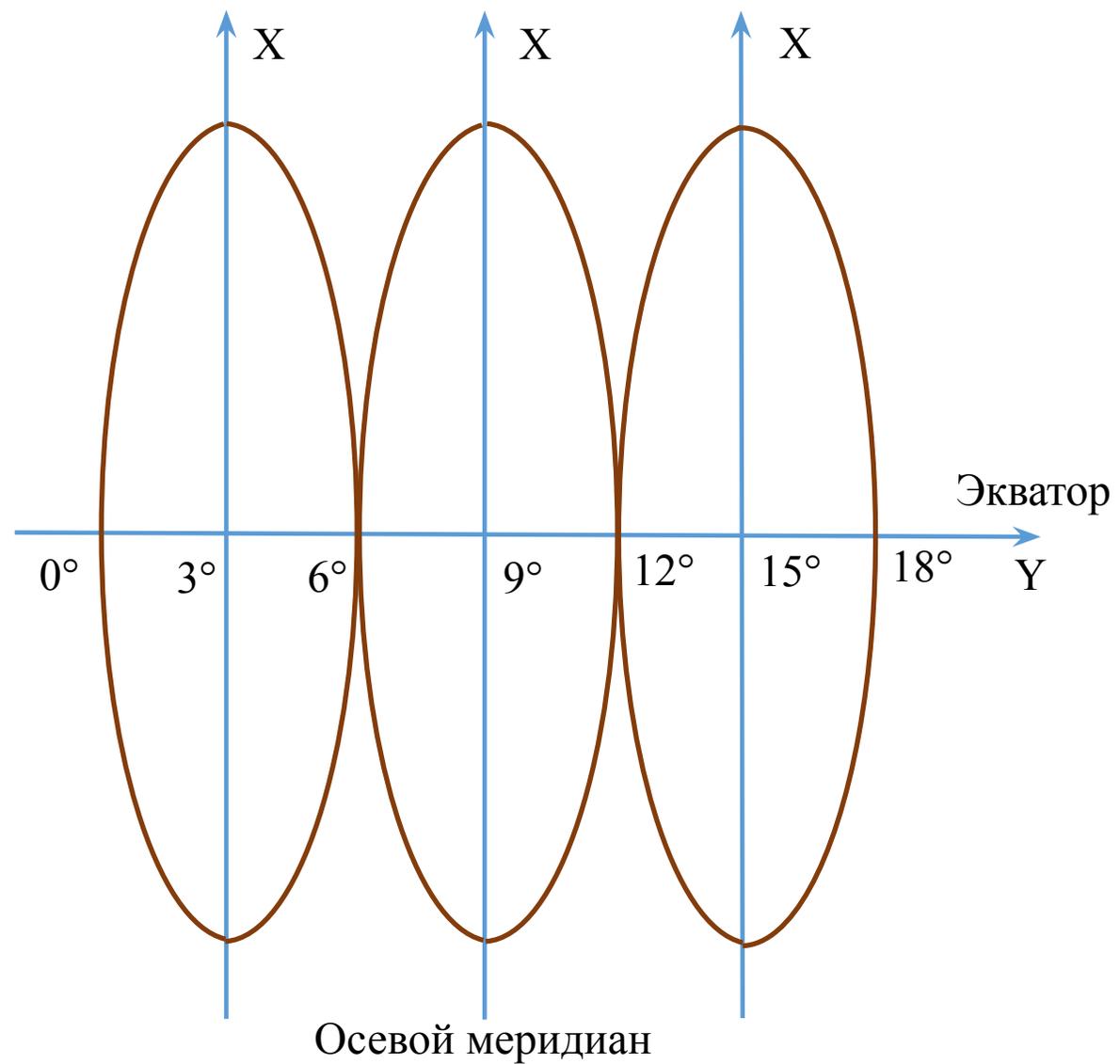
2. Эллипсоид вписывают в цилиндр так, что он касается его центральным меридианом зоны (**осевым меридианом**)

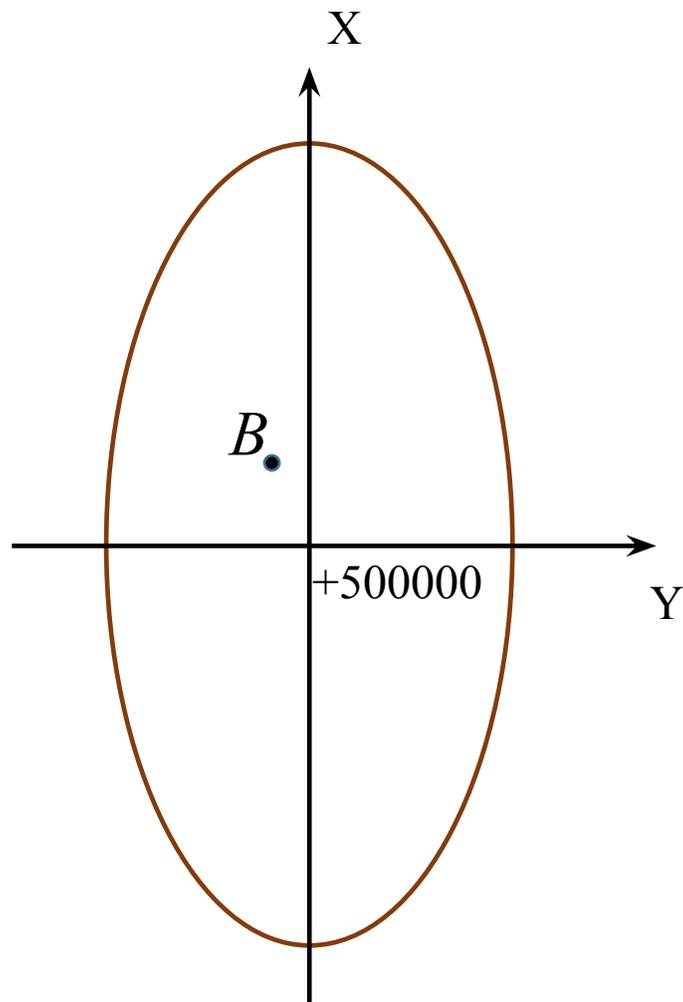


3. Каждую зону проецируют на поверхность цилиндра и разворачивают



4. В каждую зону вводится своя система прямоугольных координат

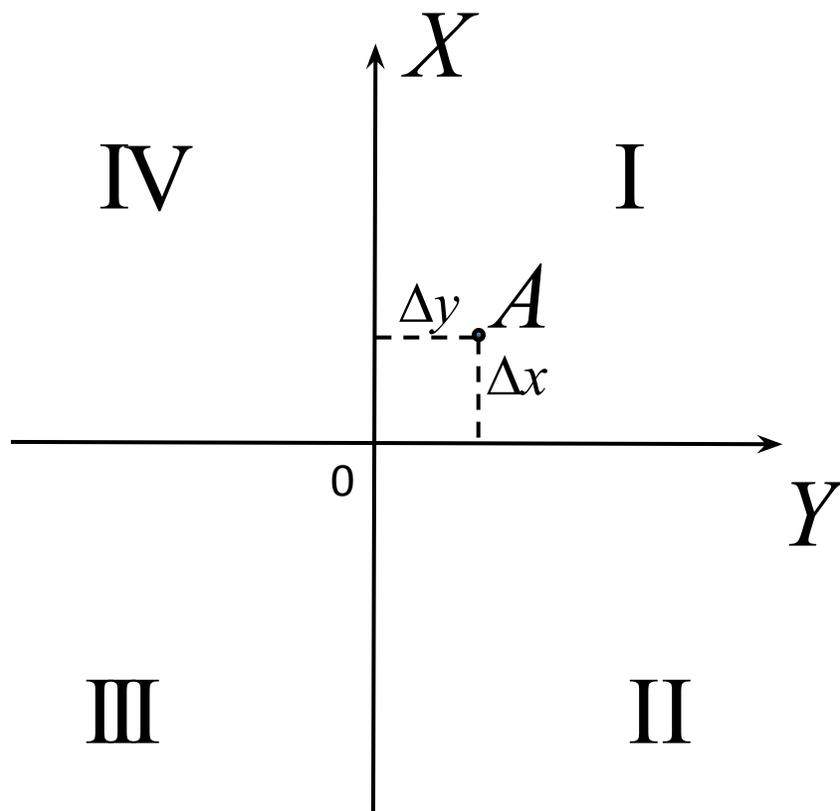




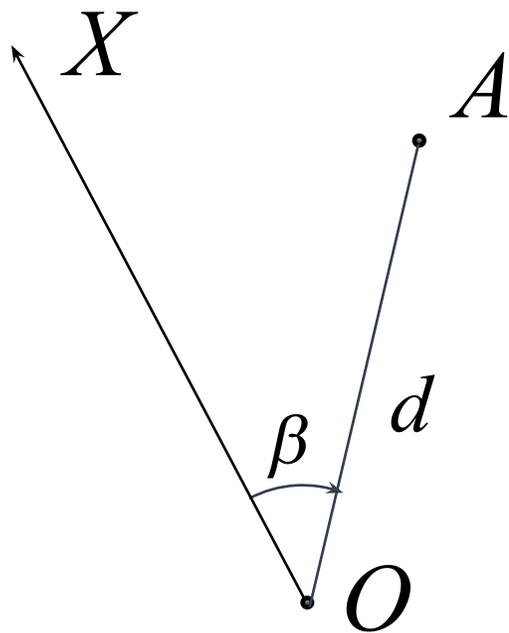
Координатная (километровая) сетка представляет собой сеть квадратов, образованных прямыми линиями, проведенными через целое число километров, параллельными осям X и Y зональной системы координат. При записи полных прямоугольных координат необходимо помнить, что ордината точки – всегда условная величина, означающая удаление точки вправо или влево от осевого меридиана зоны. В геодезии принято считать ординатой осевого меридиана зоны значение +500000 м. Поэтому для точки B в её ординате  $y = 6421489,0$  м цифра 6 – номер зоны, а 421489,0 м – условное удаление влево от осевого меридиана 6-й зоны. Действительное удаление точки B от осевого меридиана составит

$$421489,0 - 500000,0 = -78511,00 \text{ м.}$$

# СИСТЕМА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ НА ПЛОСКОСТИ



# ПЛОСКАЯ ПОЛЯРНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ



Элементы системы:

$OX$  - полярная ось

$O$  - начало координат (полюс)

Положение точки определяется:

$\beta$  - горизонтальный угол;

$d$  - горизонтальное расстояние.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Южанинов В.С. Картография с основами топографии : учеб. пособие /Южанинов В.С. – М.: Высшая школа, 2001. – 302 с.
2. Нестеренок М.С. Геодезия /М.С. Нестеренок, В.Ф. Нестеренок, А.С. Позняк. – Минск: Университетское, 2001. – 310 с.
3. Поклад Г.Г. Геодезия : учебное пособие для вузов /Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический Проект, 2011. – 538 с.
4. Инженерная геодезия /Е.Б. Ключин [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 480 с.
5. Курс инженерной геодезии / под ред. В.Е. Новака. – М.: Недра, 1989. – 432 с.