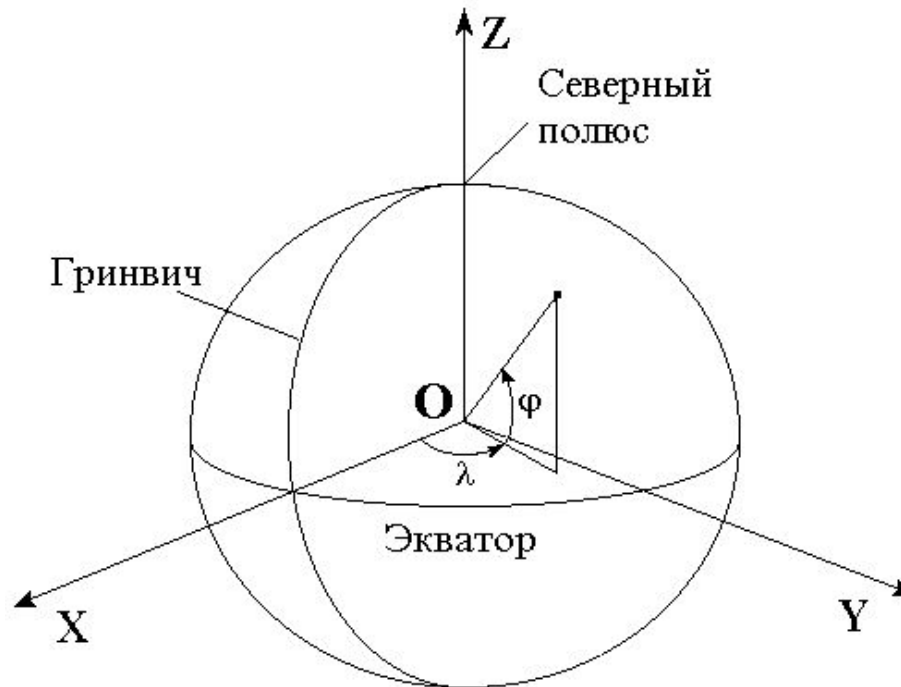
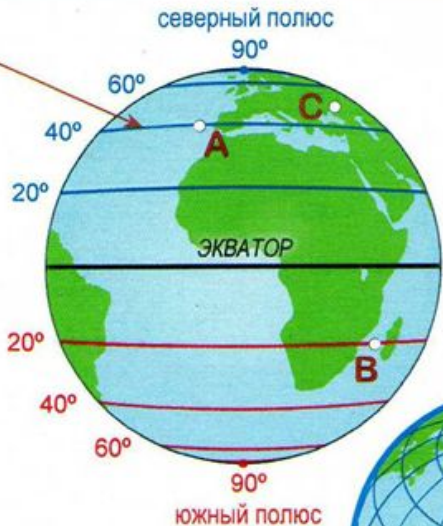
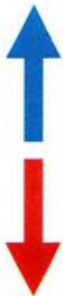


Система координат



Географические координаты

параллели
северное полушарие N
северные широты (с.ш.)

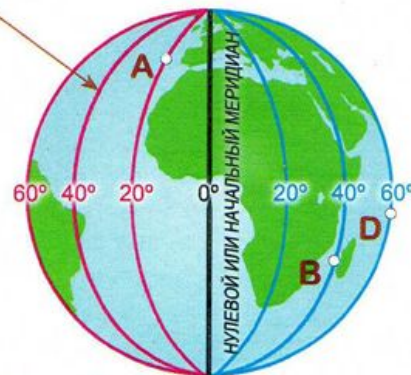


южные полушарие S
южные широты (ю.ш.)

- Точка **A** находится в северном полушарии и имеет географическую широту 40° с.ш. (40° N)
- Точка **B** находится в южном полушарии и имеет географическую широту 20° ю.ш. (20° S)
- Точка **C** находится в северном полушарии и имеет географическую широту 45° с.ш. (45° N)

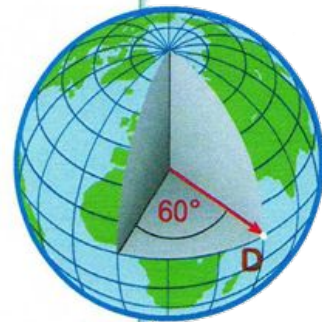


меридианы



западное полушарие W ← западные долготы (з.д.) → восточное полушарие E восточные долготы (в.д.)

- Точка **A** находится в западном полушарии и имеет географическую долготу 20° з.д. (20° W)
- Точка **B** находится в восточном полушарии и имеет географическую долготу 40° в.д. (40° E)
- Точка **D** находится в восточном полушарии и имеет географическую долготу 60° в.д. (60° E)



Параметры эллипсоида Земли

- Малая полуось (полярный радиус), b 6356863,019 м
- Большая полуось (экваториальный радиус), a 6378245,000 м
- Средний радиус Земли, принимаемой за шар, R_3 a 6371100 м
- Полярное сжатие (отношение разницы полуосей к большой полуоси), $1/298,3$
- Площадь поверхности Земли 510 083 058 км²
- Длина меридиана 40 008 550 м
- Длина экватора 40 075 696 м
- Длина дуги 1° по меридиану на широте 0° 110,6 км
- Длина дуги 1° по меридиану на широте 45° 111,1 км
- Длина дуги 1° по меридиану на широте 90° 111,7 км

Преобразования географических координат в
геоцентрические (h=0)

$$X = R_{\zeta} \cos \varphi \cos \lambda,$$

$$Y = R_{\zeta} \cos \varphi \cdot \sin \lambda,$$

$$Z = R_{\zeta} \sin \varphi,$$

где R_3 – радиус Земли,
 φ – широта, λ – долгота.

Преобразование в геоцентрические координаты ($H \neq 0$)

$$x = (N + H) \cos(B) \cos(L) \quad y = (N + H) \cos(B) \sin(L)$$

$$z = [(1 - e^2)N + H] \sin(B)$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(B)}} \quad e = \sqrt{1 - b^2/a^2}$$

Преобразование в географические координаты

переход от пространственных координат X, Y, Z к географическим B, L, H требует выполнения итераций

при вычислении широты B и высоты H . Для этого используют следующий алгоритм:

вычисляют вспомогательную величину D

$$D = \sqrt{x^2 + y^2}$$

•анализируют значение D.

•Если D=0, то

$$B = \frac{\pi z}{2|z|}, \quad L = 0, \quad H = z \sin(B) - a\sqrt{1 - e^2 \sin^2(B)}.$$

Если D>0,
то

$$L_a = \arcsin\left(\frac{y}{D}\right)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{если } y < 0, x > 0, \text{ то } L = 2\pi - L_a, \\ \text{если } y < 0, x < 0, \text{ то } L = \pi + L_a, \\ \text{если } y > 0, x < 0, \text{ то } L = \pi - L_a, \\ \text{если } y > 0, x > 0, \text{ то } L = L_a, \end{array} \right\}$$

анализируют значение

$$\text{Если } z=0, \quad B = 0, \quad H = D - a$$

z.

то

Во всех других случаях используют следующий алгоритм

вычислений:

находят вспомогательные величины r, c, p по формулам:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad c = \arcsin\left(\frac{z}{r}\right), \quad p = \frac{e^2 a}{2r}$$

реализуют итеративный
процесс:

$$s_1 = 0, \quad b = c + s_1, \quad s_2 = \arcsin\left(\frac{p \sin(2b)}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(b)}}\right)$$

если модуль
разности

$$B = b,$$

$$|s_2 - s_1|$$

меньше заданной погрешности
вычисления ϵ

$$H = D \cos(B) + z \sin(B) - a \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}.$$

Во всех других случаях используют следующий алгоритм вычислений:

находят вспомогательные величины r , c , p по формулам:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad c = \arcsin\left(\frac{z}{r}\right), \quad p = \frac{e^2 a}{2r}$$

реализуют итеративный процесс:

$$s_1 = 0,$$

$$b = c + s_1,$$

$$s_2 = \arcsin\left(\frac{p \sin(2b)}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(b)}}\right)$$

если модуль разности

$$|s_2 - s_1|$$

меньше заданной погрешности вычисления ε