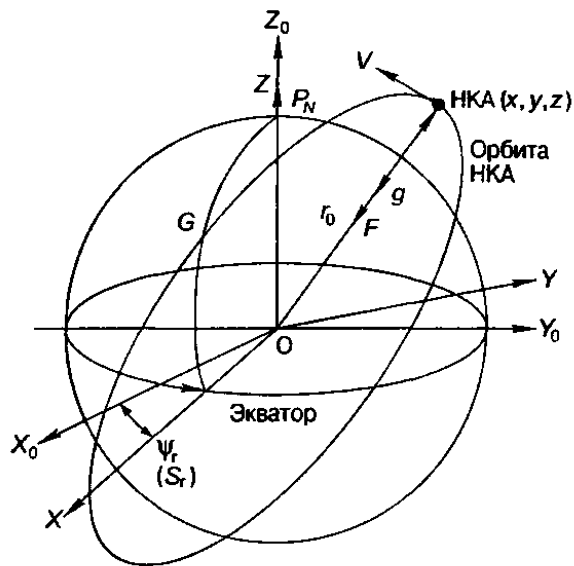
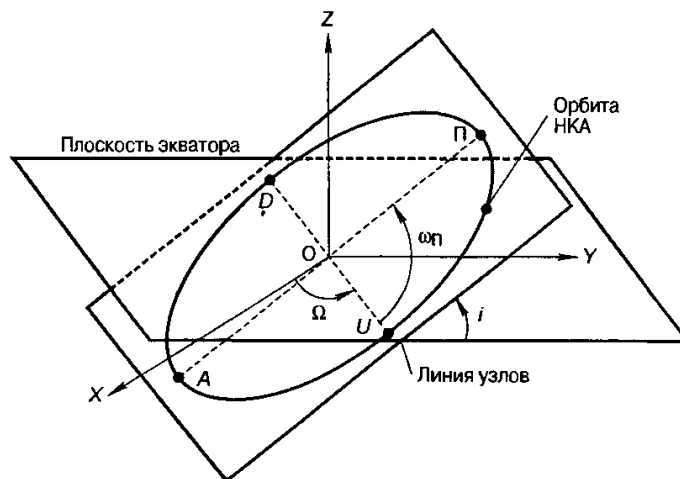


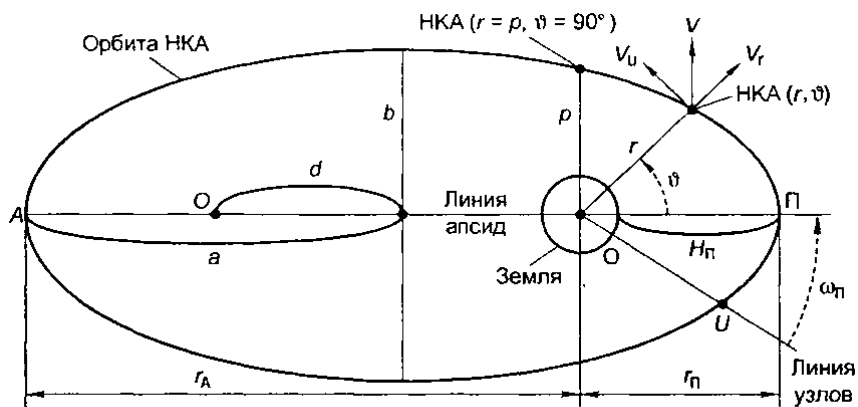
Параметры орбит



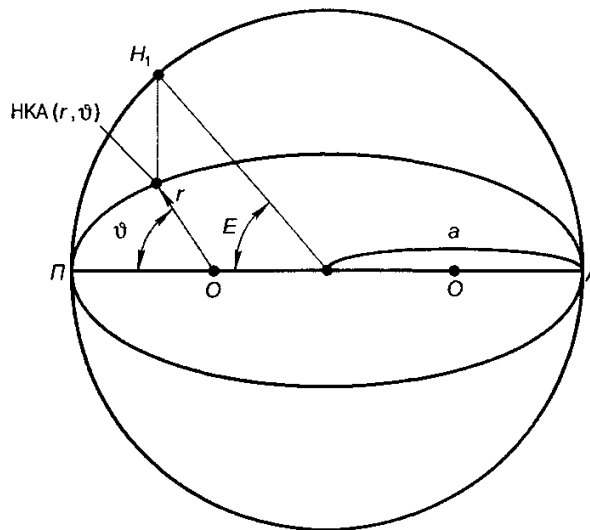
Геоцентрические системы координат



Элементы кеплеровой орбиты спутника



Параметры эллиптической орбиты



Геометрический смысл эксцентрической аномалии

Сила земного притяжения $F = k M m / r^2$

где $k = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кгс}^2$ – универсальная гравитационная постоянная;
 $M = 5,974242 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ – масса Земли; r – расстояние от центра Земли до спутника;
 $\mu = kM = 3,9860044 \cdot 10^{14} \text{ м}^3/\text{с}^2$ – геоцентрическая гравитационная постоянная Земли.

$r = \frac{p}{1 + e \cos(\vartheta - \vartheta_0)}$ – уравнение кривой второго порядка в полярных координатах.

$t - \tau = \sqrt{\frac{a^3}{\mu}} (E - e \sin E)$ уравнение Кеплера, где E находим из $\text{tg} \frac{E}{2} = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \text{tg} \frac{\vartheta}{2}$.

Средняя аномалия $M = 360^\circ(t - \tau)/T = n(t - \tau)$, где $n = 360^\circ / T = \sqrt{\mu / a^3}$

Движение спутника в инерциальной прямоугольной системе координат

$$x_0 = r[\cos(\vartheta + \omega_\pi) \cos \Omega - \sin(\vartheta + \omega_\pi) \sin \Omega \cos i];$$

$$y_0 = r[\cos(\vartheta + \omega_\pi) \sin \Omega - \sin(\vartheta + \omega_\pi) \cos \Omega \cos i];$$

$$z_0 = r \sin(\vartheta + \omega_\pi) \sin i.$$

Дифференцируя по времени, получаем

$$\frac{dx_0}{dt} = V_{x0} = V_{r0} \frac{x_0}{r} - V_u (\sin u \cos \Omega + \cos u \sin \Omega \cos i);$$

$$\frac{dy_0}{dt} = V_{y0} = V_{r0} \frac{y_0}{r} - V_u (\sin u \sin \Omega + \cos u \cos \Omega \cos i);$$

$$\frac{dz_0}{dt} = V_{z0} = V_{r0} \frac{z_0}{r} + V_u \cos u \sin i.$$

где

$V_{r0} = \frac{dr}{dt} = \sqrt{V_{x0}^2 + V_{y0}^2 + V_{z0}^2} = \sqrt{\mu/p} e \sin \vartheta$ – радиальная составляющая вектора V скорости спутника

$V_u = r \frac{d\vartheta}{dt} = \sqrt{\mu/p} (1 + e \cos \vartheta)$ – поперечная составляющая вектора V скорости спутника

Сидерический период обращения спутника

$$T = \frac{S_{\text{эл}}}{V_{\text{ск}}} = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}}, \quad \text{где} \quad V_{\text{ск}} = \frac{r^2}{2} \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{1}{2} \sqrt{p\mu}$$