

Алгоритм расчета координат приемника потребителя по измеренным псевдозадержкам и эфемеридной информации

Псевдозадержки и поправочные коэффициенты

PD_j – псевдозадержка дальномерного кода j -го спутника

a_{f0}, a_{f1}, a_{f2} – коэффициенты полинома поправок времени

T_{GD} – групповая задержка сигнала в аппаратуре спутника

Эфемеридная информация

\sqrt{A} – корень квадратный из большой полуоси эллипса орбиты

e – эксцентриситет орбиты

Ω – прямое восхождение восходящего узла орбиты спутника

Ω' – скорость изменения прямого восхождения восходящего узла орбиты спутника

i – угол наклона плоскости орбиты к плоскости экватора

ω – аргумент перигея

i' – скорость изменения угла наклона

M_0 – средняя аномалия на референсный момент

Δn – отклонение значения среднего движения от предвычисленного

C_{uc} и C_{us} – амплитуды косинусоидального и синусоидального членов в формуле для поправки в аргумент широты

C_{rc} и C_{rs} – амплитуды косинусоидального и синусоидального членов в формуле для поправки в радиус орбиты

C_{ic} и C_{is} – амплитуды косинусоидального и синусоидального членов в формуле для поправки в угол наклона орбиты

t_{OE} – референсное время вычисления эфемерид

t_{OC} – референсное время вычисления поправок к часам спутника

$$T^j(t_{prec}^j) = T_r(t_m) - PD^j(t_m)$$

$$T_{sys}(t_{prec}^j) = T^j(t_{prec}^j) - \Delta T_{sv}^j$$

$$\Delta T_{sv}^j = a_{f0} + a_{f1} (T_{sys}(t_{prec}^j) - t_{OC}) +$$

$$+ a_{f2} (T_{sys}(t_{prec}^j) - t_{OC})^2 - T_{GD} + \Delta T_R$$

$$\Delta T_R = C e_0 \sqrt{A} \sin E_k \approx C e_0 \sqrt{A} \sin M_k, \text{ где}$$

$$C = -2 (m^{1/2} / c^2) = -4.442807633 \cdot 10^{-10} \text{ с/М}^{1/2}$$

$$t_K = T_{sys}(t_{prec}^j) - t_{OE}$$

$$n = n_0 + \Delta n = \frac{\sqrt{m}}{(\sqrt{A})^3} + \Delta n$$

$$\text{где } m = 3.986005 \cdot 10^{14} \text{ М}^3 \cdot \text{с}^{-2}$$

$$M_K = M_0 + n \cdot t_K$$

$$E_{K, n+1} = E_{K, n} - \frac{E_{K, n} - e_0 (\sin E_{K, n}) - M_K}{1 - e_0 \cos E_{K, n}}$$

Алгоритм расчета координат и скорости движения приемника потребителя (продолжение)

$$\theta_K = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{1-e_0^2} \sin E_K}{(\cos E_K) - e_0}$$

$$\Phi_K = \theta_K + \omega$$

$$U_K = \Phi_K + \Delta U_K$$

$$\Delta U_K = C_{UC} \cos 2\Phi_K + C_{US} \sin 2\Phi_K$$

$$r_K = A(1 - e_0 \cos E_K) + \Delta r_K$$

$$\Delta r_K = C_{RC} \cos 2\Phi_K + C_{RS} \sin 2\Phi_K$$

$$V_{RK} = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{A}} \frac{e_0 \sin \theta_K}{\sqrt{1-e_0^2}}$$

$$V_{UK} = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{A}} \frac{1 + e_0 \cos \theta_K}{\sqrt{1-e_0^2}}$$

$$i_K = i_0 + \Delta i_K + (i') t_K$$

$$\Delta i_K = C_{IC} \cos 2\Phi_K + C_{IS} \sin 2\Phi_K$$

$$\Omega_K = \Omega_0 + (\Omega' - \omega_3) t_K - \omega_3 t_{OE}$$

$$\text{где } \omega_3 = 7.2921151467 \cdot 10^{-5} \text{ рад/сек.}$$

$$X_{SVK} = r_K (\cos U_K \cos \Omega_K - \sin U_K \sin \Omega_K \cos i_K)$$

$$Y_{SVK} = r_K (\cos U_K \sin \Omega_K + \sin U_K \cos \Omega_K \cos i_K)$$

$$Z_{SVK} = r_K \sin U_K \sin i_K$$

$$X'_{SVK} = V_{RK} (\cos U_K \cos \Omega_K - \sin U_K \sin \Omega_K \cos i_K) - \\ - V_{UK} (\sin U_K \cos \Omega_K + \cos U_K \sin \Omega_K \cos i_K) + \omega_3 Y_{SVK}$$

$$Y'_{SVK} = V_{RK} (\cos U_K \sin \Omega_K + \sin U_K \cos \Omega_K \cos i_K) - \\ - V_{UK} (\sin U_K \sin \Omega_K - \cos U_K \cos \Omega_K \cos i_K) - \omega_3 X_{SVK}$$

$$Z'_{SVK} = V_{RK} \sin U_K \sin i_K + V_{UK} \cos U_K \sin i_K$$

Алгоритм пересчета геоцентрических координат, X, Y, Z
в геодезические: B – широту, L – долготу, h – высоту

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg}(B) = \frac{Z_K}{\sqrt{X_K^2 + Y_K^2}} \left(1 - \varepsilon^2 \frac{N}{N+h} \right)^{-1} \\ \operatorname{tg}(L) = \frac{Y_K}{X_K}, \quad h = \frac{\sqrt{X_K^2 + Y_K^2}}{\cos(B)} - N \end{array} \right. \quad N = a \left(1 - \varepsilon^2 \sin^2 B \right)^{-1/2}; \quad \varepsilon^2 = 2\alpha - \alpha^2$$