Н.В.Емельянов

ПРАКТИЧЕСКАЯ НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

Оглавление.

Глава 3. **Модели движения небесных тел. Аналитические методы решения уравнений движения.**

3.5.4. Разложение возмущающей функции, обусловленной притяжением внешнего тела в спутниковой задаче.

Рассмотрим возмущающую функцию, обусловленную притяжением внешнего тела, в спутниковой задаче.

Методами теории возмущений уравнения движения спутника преобразуются к дифференциальным уравнениям относительно элементов промежуточной орбиты. Самый простейший вариант промежуточной орбиты – кеплеровское движение спутника. В качестве элементов орбиты возьмем следующие величины:
a – большая полуось,
e – эксцентриситет,
i – наклон,
M – средняя аномалия,
ω – угловое расстояние перицентра от восходящего узла,
Ω – долгота узла.
Элементы промежуточной орбиты относятся к некоторой выбранной невращающейся системе прямоугольных координат x, y, z.

В формуле для возмущающей функции будет фигурировать также среднее движение n, которое в промежуточном движении связано с большой полуосью соотношением

$$a^3 n^2 = fm,$$

где fm – произведение гравитационной постоянной на массу планеты.

Движение внешнего возмущающего тела должно быть задано какой-нибудь моделью. В аналитической теории движения спутника модель движения возмущающего тела должна описываться формулами, задающими координаты тела, как функции времени t. Эти формулы следуют из какой-либо теории движения внешнего тела и могут содержать, конечно, множество параметров с известными значениями. Выбор модели движения внешнего тела определяется компромиссом между наиболее точным ее вариантом и возможностью проинтегрировать в итоге уравнения движения спутника. В общем случае будем предполагать, что движение внешнего тела определлеляется его прямоугольными или сферическими координатами, как функциями времени, в выбранной системе координат для представления движения спутника.

Обозначим сферические координаты возмущающего тела через r' – расстояние, φ' – широту, λ' – долготу.

В принятых обозначениях разложение возмущающей функции, обусловленной притяжением внешнего тела, будет иметь вид

$$R = \frac{fm'}{a} \sum_{k=2}^{\infty} \sum_{j=0}^{k} \sum_{l=0}^{k} \sum_{q=-\infty}^{\infty} (2 - \delta_{j.0}) \frac{(k-j)!}{(k+j)!} \left(\frac{a}{a'}\right)^{k+1} \times$$

$$\times F_{kjl}(i) X_{k-2l+q}^{k,k-2l}(e) (S_{kj} \sin D_{kjlq} + C_{kj} \cos D_{kjlq}),$$

где

$$D_{kjlq} = (k-2l)\omega + (k-2l+q)M + j\Omega,$$

$$\delta_{j,0} = \begin{matrix} 1, \text{если} j = 0 \\ 0, \text{если} j \neq 0 \end{matrix},$$

$$S_{kj} = T_{kj} \sin j\alpha', \;\; C_{kj} = T_{kj} \cos j\alpha', \;\; \text{если} \;\; k-j \;\; \text{– четное},$$

$$S_{kj} = T_{kj} \cos j\alpha', \;\; C_{kj} = -T_{kj} \sin j\alpha', \;\; \text{если} \;\; k-j \;\; \text{– нечетное},$$

$$T_{kj} = \left(\frac{a'}{r'}\right)^{k+1} P_{kj}(\sin \delta'),$$

$P_{kj}(x)$ – присоединенные функции Лежандра

$$P_{kj}(x) = (1-x^2)^{j/2} \frac{d^j P_k(x)}{dx^j},$$

$P_k(x)$ – полиномы Лежандра,
$F_{kjl}(i)$ – функции наклона,
$X_{k-2l+q}^{k,k-2l}(e)$ – коэффициенты Ганзена,
a' – среднее расстояние или большая полуось орбиты внешнего тела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксенов Е. П. Теория движения искусственных спутников Земли. М: Наука, 1977 . 360 с.

Емельянов Н. В. Метод вычисления лунно-солнечных возмущений элементов орбит ИСЗ. Труды ГАИШ. 1980. Т. 49. С. 122-129.

Емельянов Н. В. Разложение возмущающей функции, обусловленной влиянием притяжения Луны и Солнца на движение ИСЗ. Астрономический журнал. 1985. Т. 62. N. 6. С. 1168-1174.