



Возмущения в движении излучающего ИСЗ

К. В. Холшевников, Т. Н. Санникова
СПбГУ, ИПА РАН

КВНО-2017, ИПА РАН, апрель 2017

Фотонная ракета

Пусть спутник излучает электромагнитные волны мощностью Q .

Соответствующее реактивное ускорение равно

$$F = \frac{Q}{mc}.$$

Оценим влияние этого ускорения.

Модельная задача

Пусть $\mathbf{F}(S, T, W) = \text{const}$ в сопутствующей системе отсчета, связанной с радиусом-вектором.

Уравнения Эйлера в переменных $n, e, i, \Omega, \omega, M$ (среднее движение, эксцентриситет, наклон, долгота узла, аргумент перицентра, средняя аномалия) после осреднения приобретают вид

$$\begin{aligned}\dot{n} &= -\frac{3\eta}{a}T, & \dot{\Omega} &= -\frac{3e}{2na\eta \sin i} \sin \omega W, \\ \dot{e} &= -\frac{3e\eta}{2na}T, & \dot{\omega} &= \frac{\eta}{na}S + \frac{3e \operatorname{ctg} i}{2na\eta} \sin \omega W, \\ \dot{i} &= -\frac{3e}{2na\eta} \cos \omega W, & \dot{M} &= n - \frac{3}{na}S.\end{aligned}$$

Здесь a — большая полуось, $\eta = \sqrt{1 - e^2}$.

Модельная задача

Пусть $\mathbf{F} = (S, 0, 0)$

Тогда a, n, e, i, Ω постоянны;

$$\dot{\omega} = \frac{\eta}{na} S,$$

$$\dot{M} = n - \frac{3}{na} S.$$

Отсюда

$$\delta\omega = \frac{\sqrt{1-e^2}}{na} St,$$

$$\delta M = -\frac{3}{na} St.$$

Модельная задача

Для околоэкваториального спутника смещение положения линейно растёт со временем

$$\delta s = (\delta\omega + \delta M)a = -\frac{3-\eta}{na}St$$

Пример

Геостационарный спутник—ретранслятор КветцСат-1 (QuetzSat-1). Параметры на 6 октября 2011 г., 06:06:48 UTC приведены в таблице

| m (кг) | Q (кВт) | $F = S$ (м/с ²) | a (км) | e | n (с ⁻¹) |
|----------|-----------|-----------------------------|----------|------------|------------------------|
| 5 514 | 20 | $1.2090 \cdot 10^{-8}$ | 42 131 | 0.00088533 | $7.3007 \cdot 10^{-5}$ |

Пример

Геостационарный спутник—ретранслятор КветцСат-1 (QuetzSat-1).

$$\delta\omega = 0.33960 \cdot 10^{-6}t,$$

$$\delta M = -1.0188 \cdot 10^{-6}t,$$

$$\delta s = -28.615t,$$

если расстояния измерять в метрах, углы — в радианах, а время — в сутках.

Конфигурация орбиты не изменяется, однако смещение вдоль орбиты составляет около 30м за сутки, 900м за месяц и 10км за год.



Спасибо!