Общероссийский математический портал

В. В. Любимов, Приближенная оценка устойчивости капсулы при спуске в атмосфере, *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки*, 2005, выпуск 38, 171–172

DOI: <https://doi.org/10.14498/vsgtu398>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.89.197.203

26 апреля 2023 г., 14:18:58

ПРИБЛИЖЕННАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КАПСУЛЫ ПРИ СПУСКЕ В АТМОСФЕРЕ

Рассматривается движение спускаемой симметричной капсулы в атмосфере при малых углах атаки. Капсула имеет форму конуса со сферической лобовой частью. Записывается условие устойчивости колебаний капсулы по углу атаки, которое может быть использовано при проектировании реальных космических аппаратов.

Исследуется влияние аэродинамических характеристик сферически-конической капсулы на амплитуду ее плоских колебаний в процессе спуска в атмосфере. Согласно [1], колебательное движение капсулы произвольной симметричной формы в атмосфере, описывается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{qS}{V} \left[\frac{c_{yv}^\alpha(\alpha)}{m} - \frac{m_z^{\bar{\omega}_z}(\alpha)L^2}{I_z} \right] \frac{d\alpha}{dt} - \frac{m_z(\alpha)qSL}{I_z} = 0, \\ \frac{dV}{dt} = - \left[\frac{c_{xv}(\alpha)qS}{m} + g \sin \theta \right], \\ \frac{dH}{dt} = V \sin \theta, \\ \frac{d\theta}{dt} = - \frac{g}{V} \left(1 - \frac{V^2}{g(R+H)} \right) \cos \theta, \end{cases} \quad (1)$$

где α — угол атаки; V , H — скорость и высота центра масс; θ — угол наклона траектории; $c_{xv}(\alpha)$, $c_{yv}^\alpha(\alpha)$, $m_z^{\bar{\omega}_z}(\alpha)$, $m_z(\alpha)$ — аэродинамические коэффициенты; m — масса капсулы; I_z — момент инерции капсулы относительно ее поперечной оси; $q = \frac{1}{2}\rho V^2$ — скоростной напор; $\rho = \rho_0 \exp(-\lambda H)$ — плотность атмосферы; ρ_0 , λ — постоянные коэффициенты; R — средний радиус Земли; g — ускорение свободного падения.

В результате усреднения системы уравнений (1) получаем следующее уравнение [1]:

$$\frac{d\bar{I}}{dy} = \bar{I} \left[\xi(\bar{I}) - \frac{1}{2y} \right], \quad (2)$$

где $\bar{I} = \left(\frac{qSL}{I_z} \right)^{-1/2} \int_{-\alpha_m}^{\alpha_m} \frac{d\alpha}{dt} d\alpha$ — безразмерный интеграл действия, α_m — амплитуда колебаний угла атаки, $y = \frac{\rho S}{2\lambda m |\sin \theta|}$, $i_z = \frac{I_z}{m \cdot L^2}$, $\xi(\bar{I}) = \frac{1}{i_z} m_z^{\bar{\omega}_z}(\alpha_m(\bar{I})) - c_{yv}^\alpha(\alpha_m(\bar{I})) + c_{xv}(\alpha(\bar{I}))$, S и L — характерные площадь и длина капсулы, соответственно.

Достаточное условие монотонного убывания амплитуды на всем протяжении траектории спуска:

$$\xi(\bar{I}) < \frac{1}{2y}. \quad (3)$$

На нижнем участке траектории условие убывания амплитуды, обеспечивающее устойчивое движение имеет вид:

$$\xi(0) < 0. \quad (4)$$

Здесь $\xi(0) = \frac{1}{i_z} m_z^{\bar{\omega}_z} - c_{yv0}^\alpha + c_{xv0}$, где $m_z^{\bar{\omega}_z}$, c_{yv0}^α , c_{xv0} — аэродинамические коэффициенты при нулевом угле атаки.

Итак, условие (4) позволяет, без интегрирования исходных уравнений движения (1), приближенно определить области значений геометрических параметров сферически-конической капсулы, при которых ее движение будет устойчивым.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ярошевский В. А. Движение неуправляемого тела в атмосфере. М.: Машиностроение, 1978. 168 с.

Поступила 31.05.2005 г.

УДК 681.3

Е. Ю. Чеботило, П. К. Кузнецов

ВЛИЯНИЕ ВИДА ИЗОБРАЖЕНИЯ И ПОГРЕШНОСТИ ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ ЯРКОСТНЫХ ПОЛЕЙ

Исследовано влияние статистических свойств изображения и погрешности цифрового представления информации на точность цифровой обработки движущихся изображений.

Необходимость определения скорости движения яркостных полей в реальном времени возникает при создании оптикоэлектронных систем различного назначения: наведение и обнаружение движущихся объектов, информационного обеспечения навигации летательных и космических аппаратов, компенсации смаза изображения при аэрофотосъемке, систем контроля прокатывания металла и т. п.

Известные методы определения скорости движения яркостных полей можно подразделить на три основные группы: экстремально-корреляционные, счетно-импульсные, градиентные.

Наиболее предпочтительным является метод функциональных преобразований. Этот метод для движения любой сложности позволяет устанавливать связь (уравнения функциональной связи (ФС)) измеримых характеристик двух последовательных во времени кадров изображения с параметрами движения его элементов и тем самым получать способы определения скорости движения изображения.

Однако при всей универсальности данного метода и здесь не удастся избежать погрешностей самого различного характера.

В процессе формирования и преобразования изображение (яркостное поле) подвергается действию многих искажающих факторов: шумов, линейных искажений, погрешности цифрового представления информации. Кроме того, дополнительную погрешность в данные вносят некоторые процедуры обработки изображения (в первую очередь — процедуры сжатия данных).

Вероятностная модель изображений. Для получения оценки погрешностей необходимо четко описать структуру изображения. Для этой цели широко используются математические модели случайных двумерных последовательностей. Причем такими моделями могут быть описаны как аэрофотоснимки различных участков поверхности земли, так и синтезированные случайные поля.

Так как рассматриваемые поля случайны, их особенности проявляются при изучении свойств совокупности реализации или всего ансамбля. Поскольку ансамбль — вероятностный, то характеристики случайного поля также вероятностны. Можно ограничиться числовыми характеристиками случайного поля: средним значением μ_f , дисперсией σ_f^2 и корреляционной (автокорреляционной) функцией B_f . Для дискретного представления данных имеем:

$$\mu_f \approx \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{k_1=1}^{N_1} \sum_{k_2=1}^{N_2} f(k_1, k_2),$$