

УДК 531.3:533.6:629.7.067.2

Исследование влияния проектных параметров спускаемых летательных аппаратов на возникновение высотного установившегося резонанса

Киселев Богдан Андреевич

reortert@mail.ru

АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева», Миасс, Россия

Аннотация. Данная работа посвящена неуправляемым аппаратам, не имеющим средств активного контроля углового движения, где обеспечение требуемых характеристик полета достигается исключительно за счет оптимизации проектно-баллистических параметров на этапе проектирования. В ней исследуется природа возникновения резонансных режимов движения неуправляемых спускаемых летательных аппаратов, представлены результаты комплексного исследования критериев возникновения этих режимов для учета их при проектировании.

Ключевые слова: резонанс, спускаемый летательный аппарат, центр масс, критическая угловая скорость

Введение. Резонанс представляет серьезную опасность для спускаемых летательных аппаратов (СЛА), так как может привести к: потере устойчивости траектории спуска, чрезмерным перегрузкам, разрушению конструкции.

В то же время резонанс может быть использован для стабилизации движения. Теоретически, существует возможность создания системы управления, которая использовала бы резонансный режим для поддержания или корректировки ориентации аппарата на определенном участке траектории без значительных затрат энергии.

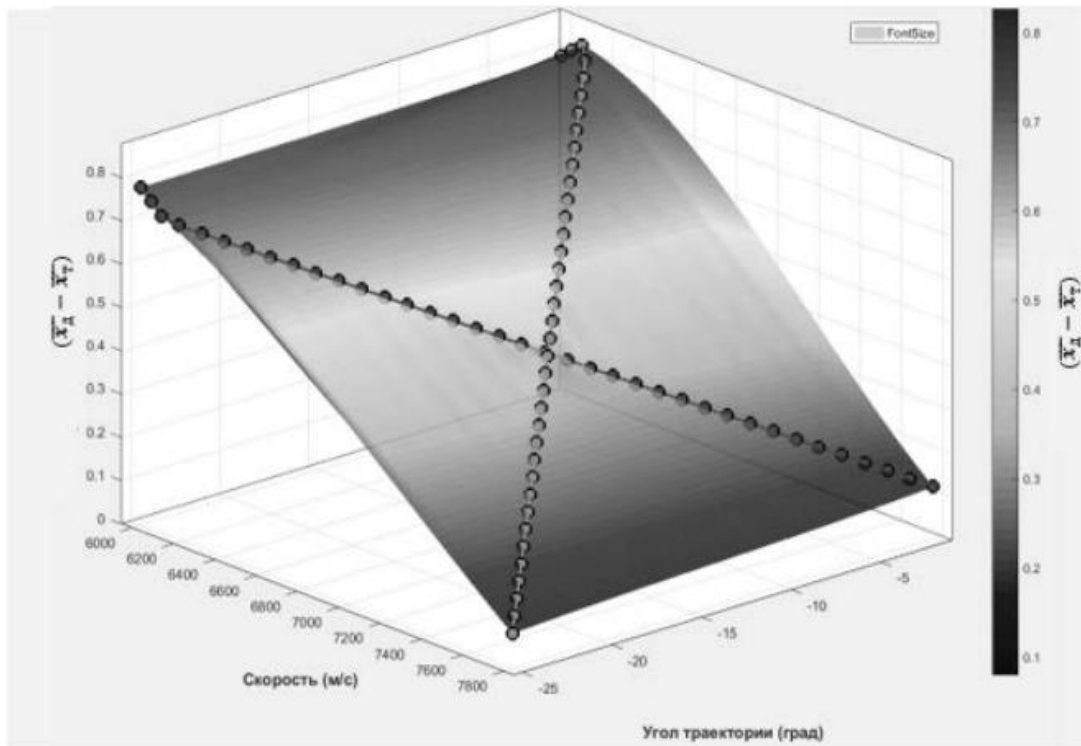
Методы и материалы; результаты. В основе сформированной математической модели лежит система дифференциальных уравнений, описывающая поступательное и вращательное движение СЛА в атмосфере. Для численного интегрирования системы дифференциальных уравнений применяется классический метод Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

Проведена серия численных расчетов с начальными характеристиками аппарата и условиями входа в атмосферу, принятыми на основе работ [1, 2].

Оптимизация формы корпуса и рациональное распределение масс обеспечивает наиболее эффективное прогнозирование траектории спуска и позволяет устанавливать необходимые значения условий входа в атмосферу [3–5].

Комплексное варьирование параметров для определения области возникновения резонанса представлено на рисунке.

Заключение. Проведенное исследование позволило комплексно установить критерии возникновения резонансных режимов движения СЛА и оценить условия возникновения высотного установившегося резонанса в зависимости от различных сочетаний конструктивных параметров СЛА и условий входа.



Зависимость величины запаса статической устойчивости от угла входа и скорости входа для случая возникновения высотного установившегося резонанса

Список источников

- [1] Тимбай И.А. *Модели и методы исследования переходных режимов движения твердого тела в атмосфере*. Дис. ... д-ра техн. наук. Самара, 1998, 232 с.
- [2] Баринаева Е.А., Тимбай И.А. Отклонение спускаемого аппарата от расчетной траектории, вызванное переходными режимами углового движения на этапе входа в атмосферу. *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета*, 2010, № 4, с. 20–29.
- [3] Никонова И.А. *Статистический анализ движения неуправляемых легких спускаемых аппаратов*. Дис. ... канд. техн. наук. Самара, 2010, 175 с.
- [4] Самарский А.М., Чернов В.В. *Теория полета*. Москва, МАИ, 1984, 82 с.
- [5] Попов Е.И. *Спускаемые аппараты*. Москва, Знание, 1985, 64 с.