

УДК 629.78

## ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИН АСИММЕТРИИ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА В АТМОСФЕРЕ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАХВАТА И ПРОХОДА ЧЕРЕЗ РЕЗОНАНС

Куркина Е. В., Любимов В. В.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Рассматривается неуправляемый спуск космического аппарата с малой аэродинамической и массовой асимметриями в атмосфере. Наличие асимметрии космического аппарата может явиться причиной реализации длительных резонансных режимов при спуске космических аппаратов в атмосфере. В результате может возникнуть аварийная ситуация, связанная с нештатным увеличением угла атаки [1].

В работе производится анализ вероятности захвата и прохода динамической системы движения аппарата через резонанс при значениях угла атаки  $\alpha \in [0, \pi/2]$  радиан. В процессе анализа вероятности захвата и прохода через главный резонанс применялись приближенные нелинейные уравнения движения космического аппарата с малой аэродинамической и массовой асимметриями [2].

Целью работы является определение оценок параметров асимметрии спускаемого космического аппарата при реализации как гарантированного захвата в главный резонанс, так и гарантированного прохода через главный резонанс.

Приводится оценка вероятности захвата в главный резонанс, которая выражается в элементарных функциях. В отличие от известных ранее результатов [3-5], указанная оценка позволяет производить расчет вероятности захвата при спуске космического аппарата как при малых, так и при немалых значениях угла атаки.

Оценки величин асимметрии представлены в виде зависимости массовой асимметрии от аэродинамической асимметрии. Полученные оценки позволяют найти величины аэродинамической асимметрии через известные величины массовой асимметрии. Также возможна и обратная задача. В работе [6] приведены аналогичные оценки параметров асимметрии для случая малых углов атаки. В случае немалых углов атаки выражения получились более сложными. Однако, новые оценки позволяют найти величины параметров асимметрии при численном решении соответствующих им неравенств.

Представленные оценки являются практически значимыми результатами, так как они могут использоваться при проектировании и эксплуатации космических аппаратов, осуществляющих неуправляемый спуск в атмосфере планет земной группы.

### Библиографический список

1. Lyubimov V.V. Asymptotic analysis of the secondary resonance effects in the rotation of a spacecraft with a small asymmetry in the atmosphere // Russian Aeronautics. 2014. Vol. 57. No.3. pp. 245-252.
2. Заболотнов Ю.М. Метод исследования резонансного движения одной нелинейной колебательной системы // Известия РАН. Механика твердого тела. -1999. Вып. 1. С. 33-45.
3. Белоконов В.М., Заболотнов М.Ю. Оценка вероятности захвата в резонансный режим движения космического аппарата при спуске в атмосферу // Космические исследования. 2002. Т. 40. №5. С. 503-514.

4. Бобылев А. В., Ярошевский В.А. Оценка условий захвата в режим резонансного вращения неуправляемого тела при спуске в атмосферу // Космические исследования. 1999. Т. 37. №5. С. 515-523.
5. Любимов В.В. Оценка вероятности захвата в резонанс при движении динамически несимметричного твердого тела в атмосфере // Вестник Сам. гос. техн. ун-та. Сер.: Физ.-мат. науки. 2007. №2(15). С. 110-115.
6. Заболотнов Ю.М. Асимптотический анализ квазилинейных уравнений движения в атмосфере КА с малой асимметрией III // Космические исследования. 1994. Т. 32. №4-5. С. 112-125.