

**Математическое моделирование динамики и гомоклинической хаотизации
многороторного космического аппарата**

Научный руководитель – Дорошин Антон Владимирович

Бузуев Артём Сергеевич

Студент (магистр)

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.

Королева, Институт ракетно-космической техники, Самара, Россия

E-mail: artemirbuz@gmail.com

Анализ и синтез ориентационных движений спутников-гиростатов, космических аппаратов (КА) с двойным вращением КА с множественным вращением по-прежнему остаются очень важной областью исследований динамики современного космического полета. Спутники-гиростаты хорошо зарекомендовали себя в рамках реализации космических проектов, связанных с задачами дистанционного зондирования, коммуникации, связи, метеорологии и миссий по изучению дальнего космоса. В ряде будущих проектов динамическая схема спутника-гиростата также будет использована как для разработки полноразмерных КА, так и для наноспутников. Одна из важных особенностей КА с множественным вращением - многочисленные независимые внутренние степени свободы, соответствующие вращению роторов. Это мощнейший инструмент для контроля ориентации космического корабля и/или угловой переориентации с помощью внутреннего перераспределения кинетического момента системы между роторами и основным корпусом.

Целью данной работы является исследование динамики пространственной ориентации КА с множественным вращением и углового движения многороторной системы без вращающего момента. Анализ возможности хаотизации движения с помощью метода Мельникова на основе аналитических гомоклинических решений.

Обобщенная конструкция КА с множественным вращением представлена в виде многороторного КА с сопряженными парами роторов, размещенными на всех инерциальных осях основного корпуса [1]. С помощью введения переменных Андуайе-Депри [2-3] были получены динамические уравнения Гамильтона [4], которые хорошо подходят для использования интеграла Мельникова [5], разработанного Виггинсом [6]. На основе аналитических гомоклинических решений проведен анализ хаотизации движения с помощью метода Мельникова. Метод Мельникова является эффективным аналитическим инструментом для определения расщепления и множественных пересечений гомо/гетероклинической орбиты. Поперечные пересечения устойчивых и неустойчивых многообразий (как правило, необходимое условие существования хаотических движений) обнаруживаются методами функций Мельникова.

На основе программы численного моделирования в математическом пакете Wolfram Mathematica 11 проанализированы динамические режимы многороторного КА, а также построены графические зависимости динамических параметров от времени.

Источники и литература

- 1) 1. Doroshin, A. V. Homoclinic solutions and motion chaotization in attitude dynamics of a multi-spin spacecraft // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 2014. Vol. 19, Issue 7. p. 2528-2552.
- 2) 2. Andoyer, H. Cours de Mecanique Celeste. Gauthier-Villars. 1923. p. 454.

- 3) 3. Deprit, A. A free rotation of a rigid body studied in the phase plane // American Journal of Physics. 1967. Vol. 35. p. 424–428.
- 4) 4. Маркеев, А.П. Теоретическая механика: Учебник для университетов. М.: ЧеРо. 1999. 569 с.
- 5) 5. Melnikov, V.K. On the stability of the centre for time-periodic perturbations. Trans. Moscow Math. Soc. 1963. No.12. p. 1-57.
- 6) 6. Wiggins, S. Chaotic Transport in Dynamical System // Springer-Verlag. 1992. p. 208.