

УДК 629.78

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАССОГАБАРИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОСПУТНИКА

© Ломака И.А.

e-mail: igorlomaka63@gmail.com

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

Космический мусор рассматривается как серьезная проблема для осуществления космических миссий. В последнее десятилетие было предложено множество методов захвата и удаления мусора, причем некоторые из них были испытаны на земле и / или в экспериментальных параболических полетах с искусственной невесомостью. Однако ни один объект космического мусора так и не был удален.

Околоземные орбиты находятся в серьезном положении, вызванным огромным количеством объектов космического мусора. Каждый космический аппарат находится под угрозой уничтожения космическим мусором. Возникает угроза развития эффекта Кесслера, согласно которому, непрерывные столкновения объектов космического мусора (ОКМ) могут породить все больше и больше ОКМ [1]. Таким образом, активное удаление мусора имеет большое значение.

Особую опасность для реализации космических миссий представляют крупные объекты, например, верхние ступени ракет-носителей, которые после использования не уводились с орбит [2]. Проблема удаления объектов космического мусора усугубляется неизвестными в текущий момент времени инерционными характеристиками, сложным заранее неизвестным вращением по нескольким осям на высоких скоростях, что затрудняет их захват и транспортировку. Отсутствие достоверной информации об угловых скоростях объекта и его инерционных характеристиках требует разработки специальной методики их определения, что является целью данной работы. Для решения поставленной задачи предлагается использовать наноспутник в качестве вспомогательного средства космического комплекса для захвата и буксировки космического мусора.

В данной работе предлагается подход к идентификации параметров космического мусора с помощью наноспутника, который заключается в том, что наноспутника отделяется от космического аппарата – буксировщика мусора, а затем прикрепляется к объекту космического мусора (способ прикрепления не рассматривается в работе) и с помощью бортовых измерительных средств определяет динамические и инерционные характеристики, выполняя тем самым роль удаленного измерительного инструмента (такой подход был назван контактным методом). Данный подход позволяет избавиться от проблем, связанных с использованием оптических или инфракрасных камер, планированием проведения фотографирований. Кроме того, с помощью наноспутника может быть также решена задача установления физической связи между КА-буксировщиком и космическим мусором. Для иллюстрации решения поставленной задачи в дальнейшем рассматривается вторая ступень ракеты-носителя «Космос-3М».

До 2012 года было совершено более 400 запусков данной ракеты-носителя на околоземные орбиты. 248 отработанных ступеней, составляющих 6% от массы всего космического мусора, совершают неуправляемый полет по орбитам на высотах 750 –

950 км, в связи с чем возникает опасность их столкновения с другими объектами и лавинообразного увеличения количества осколков [1].

Для численного решения задачи идентификации в работе используется метод Гаусса – Ньютона. Данный метод позволяет найти минимум целевой функции, представляющую собой интеграл от суммы квадратов ошибок между измеренными проекциями значений угловой скорости и их модельными значениями. Для успешного решения задачи идентификации необходимо знать начальное приближение для вектора оцениваемых параметров. Поэтому одной из задач данной работы является определение области начальных приближений. Помимо этого, в работе обосновываются допущения, позволяющие значительно упростить модель углового движения верхней ступени ракеты-носителя, что в свою очередь позволяет получить аналитические решения уравнений динамики и кинематики. Данное обстоятельство позволяет значительно снизить вычислительную сложность алгоритма в отличии от работ [3,4].

Библиографический список

1. D.J. Kessler, B.G. Cour-Palais. Collision frequency of artificial satellites: the creation of a debris belt // Journal of Geophysical Research Atmospheres.
2. Valeriy Trushlyakov Choice of a suitable target for developing proposals for an adr flight demonstration experiment /Luciano Anselmo, Carmen Pardini // 7th European Conference on Space Debris, 2017.
3. Belokonov I.V., Lomaka I.A. Investigation of the possibility of determining the inertial characteristics and the angular velocity vector of chaotically rotating space debris object using a nanosatellite // 25th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems, ICINS 2018; Saint Petersburg, 2018.
4. Брандин, В.Н. Экспериментальная баллистика космических аппаратов / А.А. Васильев, А.А. Куницкий // Москва: Машиностроение, 1984. 258 с.