

УДК 521.1, 521.182

А.Г. АЛЕКСАНДРОВА, Т.В. БОРДОВИЦЫНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ОКОЛОЗЕМНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ*

Рассмотрено влияние светового давления на устойчивость движения космических объектов в области околоземного пространства, ограниченной большими полуосями орбит от 8000 до 42400 км. Орбитальная эволюция каждого объекта рассматривалась при значениях парусности объекта (отношения площади миделевого сечения к массе) от 1 до 70 м²/кг. Кроме того, проведено исследование по выявлению значений парусности, при которых происходит уход объектов с орбит под действием светового давления с их последующим падением на Землю из различных областей околоземного космического пространства.

Ключевые слова: искусственные спутники Земли, космический мусор, световое давление, MEGNO.

Введение

Сила светового давления (СД) является одним из важных факторов [1, 2], влияющих на динамику объектов, движущихся в околоземном космическом пространстве (ОКП), особенно это относится к объектам с большими значениями парусности (γ), для которых световое давление является вторым по величине воздействия возмущающим фактором после гравитационного поля Земли [1].

В настоящей работе влияние СД рассматривалось, прежде всего, как фактор, влияющий на устойчивость движения космического мусора, а также фактор, приводящий к падению околоземных объектов на Землю. В работе [3] говорится, что один из фундаментальных вопросов для решения проблемы космического мусора и контроля за ростом популяции мусора заключается в том, чтобы увидеть, существуют ли естественные возмущения, которые облегчают возвращение объектов на Землю. В данной работе рассматривается, может ли СД помочь этой цели. Было проведено исследование по выявлению значений парусности, при которых световое давление является источником хаотичности в движении околоземных объектов на различных высотах, а также значений γ , при которых происходит уход объектов с орбит с их последующим падением на Землю. Данная проблема уже рассматривалась для геостационарной зоны [4, 5], однако она актуальна и для других областей околоземного пространства. Орбитальная эволюция каждого объекта рассматривалась при значениях парусности объекта от 1 до 70 м²/кг.

Для исследования были выбраны объекты в диапазоне больших полуосей от 8000 до 42400 км, охватывающих технически сильно загруженные зоны ОКП (в этих зонах находится большая часть действующих космических аппаратов, а также космического мусора):

LEO (Low Earth orbit),

MEO (Medium Earth orbit),

GEO (Geostationary Earth Orbit) и super-GEO.

В качестве индикатора хаотичности движения был выбран усредненный параметр MEGNO (Mean Exponential Growth of Nearby Orbit) [6, 7], поскольку в отличие от общего вариационного метода Ляпунова [6] применение данного параметра является наиболее эффективным для исследования динамики орбит путем разделения регулярных и хаотических режимов.

Моделирование динамической эволюции объектов проводилось на интервале времени 100 лет с помощью «Численной модели движения систем ИСЗ», реализованной на кластере ТГУ «СКИФ Cyberia» и дополненной «Программой для исследования хаотичности движения объектов» [7].

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-60097 мол_а_дк.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>