

* *
*

УДК 521.1

И.В. ТОМИЛОВА, Т.В. БОРДОВИЦЫНА

ОЦЕНКА РЕАЛИЗУЕМОСТИ АЛГОРИТМОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ОБЪЕКТОВ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ*

Представлены оценки временных и энергетических затрат, необходимых для перехода отработавших навигационных спутников на орбиты утилизации при помощи двигателя малой тяги. В качестве орбит утилизации рассматриваются орбиты, расположенные на 500–5000 км ниже номинальных орбит, орбиты, полученные путем увеличения начального эксцентриситета орбит до 0.1–0.4, а также орбиты, полученные одновременным увеличением эксцентриситета и уменьшением большой полуоси спутников.

Ключевые слова: искусственные спутники Земли, глобальные навигационные спутниковые системы, алгоритмы утилизации.

Введение

Исследование динамической структуры орбитального пространства, в котором функционируют объекты глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС): ГЛОНАСС и GPS, показало [1–3], что все объекты системы ГЛОНАСС движутся в области действия резонанса Лидова – Козаи, который способен вызывать увеличение эксцентриситета орбиты, при этом движение спутников остается регулярным. На движение спутников GPS оказывают влияние апсидально-нодальные вековые резонансы и орбитальный резонанс 1:2 со скоростью вращения Земли. Совместное влияние этих резонансов приводит к возникновению хаотичности в динамической эволюции спутников GPS.

Проведенные исследования показали, что со временем отработавшие спутники навигационных систем под влиянием указанных резонансов способны переходить на орбиты, которые проходят через зоны функционирования как собственных навигационных систем, так и навигационных систем, расположенных в близлежащих областях околоземного орбитального пространства.

В связи с этим, были рассмотрены различные варианты утилизации или паркинга отработавших спутников навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. В качестве орбит утилизации спутников навигационной системы ГЛОНАСС в работах [4, 5] рассматривались орбиты, расположенные на 500–5000 км ниже номинальных, орбиты, полученные путем увеличения начального эксцентриситета орбит до 0.1–0.4, а также орбиты, полученные одновременным увеличением эксцентриситета и уменьшением большой полуоси спутников.

В настоящей работе представлены оценки временных и энергетических затрат, необходимых для перехода на орбиты утилизации или паркинга при помощи двигателя малой тяги.

1. Особенности орбитальной эволюции отработавших объектов навигационных систем, расположенных на орбите утилизации или паркинга

Орбиты паркинга, полученные путем изменения большой полуоси

В настоящее время в околоземном орбитальном пространстве функционируют три навигационные системы: российская ГЛОНАСС ($a \approx 25500$ км), американская GPS ($a \approx 26560$ км) и китайская BeiDou (на средних круговых орбитах – $a \approx 27900$ км, на наклонных геосинхронных и геостационарных орбитах – $a \approx 42160$ км), а Европейским союзом разворачивается навигационная система ГАЛИЛЕО ($a \approx 29640$ км). Из приведенных значений больших полуосей видно, что все навигационные системы тесно соседствуют друг с другом, поэтому при выборе орбит паркинга необходимо учитывать их взаимное расположение.

* Работа выполнена при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-1671.2016.3, конкурс СП-2016).

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>