

БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРБИТ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ПРОЕКТАХ ИЗУЧЕНИЯ ПРИПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ СОЛНЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ МАНЕВРОВ

А.Ю. Царегородцев

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г.Москва

tsaregorodtsevandrej@yandex.ru

В настоящее время разрабатывается отечественный проект «Интергелиозонд» [1], предназначенный для изучения космическим аппаратом (КА) приполярных областей Солнца с наклонённой к солнечному экватору гелиоцентрической орбиты. Манёвры по изменению наклона являются наиболее затратными по топливу, поэтому целесообразно использование цепочек гравитационных манёвров (ГМ) для выведения КА на целевую орбиту.

Предлагается эффективный метод решения задачи построения траекторий выведения КА на орбиту с большим наклоном к солнечному экватору. Задача выведения разбивается на два этапа – разгона и повышения наклона. На разгонном этапе минимизируются затраты топлива, а на повышающем – время повышения наклона. Этапы рассматриваются в рамках модели грависфер нулевой протяженности. При решении задачи разгона используется решение задачи Ламберта с помощью метода Иццо [2]. Орбиты планет Солнечной системы рассчитываются по аналитическим формулам задачи двух тел, начальные условия берутся из эфемерид DE430 [3]. Повышение наклона проводится с помощью резонансных линий [4], позволяющих совершать повторные ГМ с одной и той же планетой.

Рассмотрены различные цепочки активных разгонных ГМ с последующим повышением наклона с помощью ГМ у Земли и у Венеры. Получены траектории выведения КА на целевую орбиту с отлетом с 2027 по 2037 год, определены оптимальные по затратам топлива и времени выведения баллистические схемы реализации проекта «Интергелиозонд».

Список литературы:

1. Kuznetsov V.D., Zelenyi L.M., Zimovets I.V., (...), Venedictov Y., Berghofer G. The Sun and heliosphere explorer – the InterhelioProbe mission // *Geomagnetism and Aeronomy*. 2016. V. 56. No. 7. P. 781–841.
2. Izzo D., *Revisiting Lambert’s Problem* // *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*. 2014.
3. Folkner W.M., Williams J.G., Boggs D.H., Park R.S., Kuchynka P. The Planetary and Lunar Ephemeris DE430 and DE431 // *The Interplanetary Network Progress Report*. Vol. 42-196. Jet Pro. Lab., California. 2014. P. 1–81.
4. Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Корянов В.В., Тучин А.Г., Тучин Д.А. Методика формирования больших наклонов орбит космических аппаратов с использованием гравитационных манёвров // *Доклады Академии наук*. 2017. Т. 472. № 4. С. 403–406.