

УДК 629.78.015

Анализ возможности попутных дистанционных исследований астероидов-квазиспутников Венеры при полете к этой планете в следующем десятилетии

Симонов Александр Владимирович^(*)

SimonovAV@laspace.ru

Гордиенко Евгений Сергеевич

GordienkoES@laspace.ru

Розин Петр Евгеньевич

RozinPE@laspace.ru

Добрица Дмитрий Борисович

DobritsaDB@laspace.ru

АО «НПО Лавочкина», Химки, Московская обл., Россия

Аннотация. В докладе описываются баллистические схемы полета к Венере в следующем десятилетии. Анализируется возможность сближений в ходе таких миссий с астероидами, движущимися по орбитам, коорбитальным с Венерой. Коорбитальной называют орбиту, находящуюся в орбитальном резонансе 1:1 с планетой, т. е. имеющей тот же период обращения вокруг Солнца. На сегодняшний момент для Венеры обнаружено пять астероидов с такими орбитами.

Ключевые слова: межпланетный перелет, траектория, космический аппарат, астероид, коорбитальное движение, Венера

Введение. В докладе анализируется возможность исследования с пролетных траекторий астероидов, являющихся коорбитальными с Венерой [1]. Ограниченная задача трех тел для таких орбит дает решения в виде траекторий типа «подкова», «головастик», а также квазиспутниковых орбит.

Материалы и методы; результаты. Орбиты коорбитальных конфигураций удобно классифицировать через параметры $\Delta\lambda$ и Δa в полярной системе координат, где $\Delta\lambda$ — угол между направлением Венера — Солнце и Венера — астероид; Δa — разность оскулирующих значений больших полуосей астероида и Венеры [2]. В зависимости от сочетания значений в паре $(\Delta\lambda, \Delta a)$, можно выделить следующие типы коорбитального движения [3]:

Квазиспутники, орбита которых находится вблизи возмущающей планеты и колеблется около 0 по $\Delta\lambda$.

Орбиты типа «головастик» вокруг точек либрации L4 или L5, траектории которых, колеблясь вокруг точки Лагранжа во вращающейся орбитальной системе координат Солнце — планета, по форме напоминают головастика. Значение фазового угла $\Delta\lambda$ примерно равно 60° .

Подковообразные орбиты, выглядящие вращающейся орбитальной системе координат как петля подковы, никогда не закрывающая разрыв в $\Delta\lambda = 0^\circ$.

Составные траектории, сформированные двумя переходящими друг в друга орбитами типа квазиспутник — «подкова» или «головастик» и обратно. Как правило, переходы между ними происходят вблизи точек либрации L4 или L5.

Заключение. На сегодняшний момент подтверждено существование у Венеры пяти коорбитальных спутников [4, 5]. Это астероиды 2001 СК32,

Zoozve (2002 VE68), 2012 XE133, 2013 ND15 и 2015 WZ12. Из-за частых сближений этих небесных тел с Венерой они являются хорошими кандидатами для попутных дистанционных исследований с пролетных траекторий при полете к основной цели миссии — самой Венере. В докладе приведены основные характеристики таких траекторий при запусках в тридцатых годах XXI века.

Список источников

- [1] Галушина Т.Ю. Исследование вероятностной орбитальной эволюции астероидов в окрестности резонанса 1:1 с Землей. *Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества*, 2013, № 4, с. 31–36.
- [2] Галушина Т.Ю., Скрипниченко П.В., Титаренко Е.Ю. Исследование динамики астероидов — компаньонов Венеры. *Известия вузов. Физика*, 2016, № 59 (9), с. 65–72.
- [3] Брюно А.Д., Варин В.П. Сложные семейства периодических решений ограниченной задачи. *Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша*, 2007, № 35, 18 с.
- [4] Carruba V. et al. New Transient Co-Orbital Asteroids of Venus. *Research Notes of the AAS*, 2024, vol. 8, no. 8. <https://doi.org/10.3847/2515-5172/ad7261>
- [5] Pokorný P., Kuchner M.J., Sheppard S.S. A Deep Search for Stable Venus Co-Orbital Asteroids: Limits on the Population. *The Planetary Science Journal*, 2020, vol. 1, no. 2. <https://doi.org/10.3847/PSJ/abab9f>