

УДК 629.78

Одноимпульсные межпланетные перелеты в Солнечной системе

Звягин Феликс Валерьевич^(*)

priem@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. При планировании межпланетных миссий обычно используется решение задачи Ламберта в рамках задачи двух тел. Этот вариант предварительного проектирования является наиболее универсальным. В работе рассматривается способ осуществления перелетов между планетами Солнечной системы, для реализации которого достаточно применения одного импульса скорости — в точке отлета. Указанные перелеты осуществимы в весьма редких случаях, но приводят к существенному сокращению требуемого импульса скорости по сравнению с двухимпульсными.

Ключевые слова: задача трех тел, одноимпульсные межпланетные перелеты, Солнечная система, энергетически эффективные траектории, коррекция траектории

Введение. Предварительное баллистическое проектирование прямых миссий посещения планет Солнечной системы производится, например, как решение задачи Ламберта, дающей значения требуемых импульсов скорости на отлете из сферы действия первой планеты и прилете к сфере действия второй. Минимальная энергетика такого перелета обеспечивается при полете по полуэллипсу Гомана. В рамках задачи трех тел может быть получено более эффективное решение описанной задачи.

Материалы и методы; результаты. Решения ограниченной задачи трех тел [1] показывают, что динамика движения тела малой массы может существенно отличаться от динамики этого же тела, описанной в рамках задачи двух тел даже в тех случаях, когда движение третьего тела происходит внутри сферы действия меньшего из двух притягивающих. Исследование режимов динамики, реализующихся в задаче трех тел [2], показывает, что существует принципиальная возможность выделения области начальных условий движения третьего тела, которые приводят к захвату этого тела меньшим из притягивающих, либо столкновению с этим телом. Границы этой области простираются существенно дальше границ сферы действия изучаемой планеты. Для планет земной группы эта область устроена таким образом, что ее границы слева от планеты заканчиваются за орбитой соседней планеты Солнечной системы, а справа немного не доходят до орбиты другой соседней планеты. Этот факт позволяет выводить космический аппарат из сферы действия планеты отлета непосредственно в область захвата планеты прилета за счет одного импульса скорости в момент отлета, обеспечив соответствующие начальные условия движения для последующего конечного движения — траектории захвата, либо столкновения или близкой к ней. Расчеты показывают, что для перелета Земля — Марс траектория

обеспечивает снижение потребного импульса скорости на 2 км/с, а траектория Венера — Земля на 1,35 км/с.

Заключение. Одноимпульсные межпланетные перелеты в Солнечной системе, рассчитанные в рамках задачи трех тел, позволяют существенно сэкономить потребный импульс скорости за счет построения энергетически эффективной траектории. Коррекция движения КА по этим траекториям может быть осуществлена обычными средствами, что позволяет говорить о возможности их практической реализации.

Список источников

- [1] Koon W.S., Lo M.W., Marsden J.E., Ross S.D. *Dynamical Systems, the Three-Body Problem and Space Mission Design*. Marsden Books, 2022.
- [2] Звягин Ф.В., Лысенко Л.Н. Интегральный критерий определения области существования периодических орбит в окрестности меньшего тела задачи трех тел. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение*, 2015, № 6, с. 21–29.