

Методы решения задачи Ламберта

М.С. Беликова¹, М.Г. Ширококов²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

В работе представлен обзор различных методов решения краевой задачи для уравнения невозмущённого движения задачи двух тел. Задача заключается в поиске траектории перелёта между двумя заданными положениями за заданное время. Решение сводится к определению начальной скорости космического аппарата, поскольку она позволяет однозначно восстановить остальные параметры искомой орбиты перелёта. С приходом космической эры проблема Ламберта была глубоко изучена и применена в широком классе задач, в том числе, для оптимизации межпланетных перелётов. К настоящему моменту сформировалось несколько уникальных методов решения, которые в большинстве случаев сводятся к нахождению корня некоторого трансцендентного уравнения.

Существуют несколько подходов к решению задачи Ламберта. Метод Гаусса, один из самых первых методов, воплощает геометрический подход и ограничивается рассмотрением эллиптических орбит [1]. Метод был разработан для предсказания положения Цереры в 1809 г., но оказался надёжным лишь в ограниченном числе случаев. Необходимость в сходящейся для всех начальных данных процедуре дала толчок к возникновению метода универсальной переменной с использованием функций Штумпфа [2]. Вскоре Р. Бэттин разработал оригинальный подход к решению задачи Ламберта, основанный на гипергеометрических функциях и цепных дробях [2]. Несмотря на сложность реализации, метод оказался вычислительно эффективным и подходящим для всех типов орбит. В 1990 г. Р. Гудинг предложил ещё один быстрый и надёжный метод [3], основанный на решении т.н. уравнений Ламберта [4]. В последнее время большой популярностью пользуется метод, разработанный Д. Иццо [5]. Помимо вышеуказанных методов демонстрируется работа метода простой пристрелки («наивный подход»).

Исследование поддержано грантом РФФИ № 14-11-00621.

Литература

1. *Battin R.H.* Astronautical guidance. New York: McGraw Hill Book Company, 1966. 448 p.
2. *Vallado D.A.* Fundamentals of astrodynamics and applications. El Segundo, California: Microcosm Press, 2001. 958 с.
3. *Gooding R.H.* Lambert's problem // *Celestial Mechanics and Dynamic Astronomy* 48. 1990. P. 145-165.
4. *Lancaster, E.R., Blanchard, R.C.* A unified form of Lambert's theorem. // NASA technical note TN D-5368. 1969.
5. *Izzo D.* Revisiting Lambert's problem // Springer Science+Business Media Dordrecht. 2014.