

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Оптимизация перелёта космического аппарата к астероиду на основе принципа Лагранжа без учёта притяжения Земли с использованием пакета SPICE

Научный руководитель – Григорьев Илья Сергеевич

Мамонтов Е.К.¹, Самохина М.А.²

1 - Российский университет дружбы народов, Инженерный факультет, Москва, Россия; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной математики, Москва, Россия

Рассматривается задача оптимального управления межпланетным пространственным перелётом космического аппарата (КА) между Землёй и астероидом. Для точного учёта положения и скоростей Земли и астероида в Солнечной системе в нужный момент времени используются эфемериды из пакета SPICE, учитывающие множество факторов, влияющих на траектории тел, таких как: релятивистские эффекты, солнечный ветер, притяжение 300 наиболее крупных тел Солнечной системы [3]. Траектория перелёта строится в системе координат J2000.

Гравитационное поле Солнца считается центральным ньютоновским, притяжение Земли не учитывается. Предполагается, что КА и астероид представляют из себя непритягивающие материальные точки, их координаты и скорости в конечный момент времени совпадают. В начальный момент времени координаты и скорости центра масс КА и Земли совпадают. Моменты старта и финиша КА оптимизируются. Разгон КА около Земли и торможение около астероида, осуществляемые реактивными двигателями большой тяги, аппроксимируются импульсными воздействиями. Минимизируется сумма величин импульсов.

Рассматриваемая задача космодинамики формализуется как задача оптимального управления в импульсной постановке. На основе принципа Лагранжа её решение сводится к решению краевой задачи. Краевая задача решается численно методом стрельбы. Корень вектор-функции невязок находится методом Ньютона с модификацией Исаева-Сонина [1]. Задачи Коши в методе стрельбы решаются численно явным методом Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага [2].

Основной результат: поставленную задачу удалось решить. В результате решения краевой задачи определены конкретные экстремали в миссиях к различным астероидам, проводится их анализ в зависимости от параметров задачи.

Источники и литература

- 1) Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. Москва, Изд-во Московского физико-технического института, 1994, 526 с.
- 2) Хайрер Э., Нёрсетт С.П., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Москва, Изд-во Мир, 1989, 512 с.
- 3) Эфемериды URL: <http://naif.jpl.nasa.gov/naif>