

Отображение, аппроксимирующее фазовый поток задачи о вращательном движении небесных тел

В. В. Сидоренко^a

Поступило 02.05.2024; после доработки 13.07.2024; принято к публикации 14.08.2024

Рассматривается движение осесимметричного небесного тела относительно центра масс под действием гравитационного момента. Центр масс тела движется по круговой орбите в центральном гравитационном поле. Если проекция вектора кинетического момента тела на ось его симметрии равна нулю, то возможны “плоские” движения — движения, в которых ось симметрии перемещается в плоскости орбиты. Для анализа свойств движений тела, близких к долгопериодическим плоским, методами теории возмущений построено отображение, аппроксимирующее отображение, порождаемое фазовым потоком системы. С помощью этого отображения установлены ранее неизвестные свойства вращательного движения небесных тел.

Ключевые слова: вращательное движение, гамильтонова система, сепаратрисный контур.

MSC: 70E20, 70F15, 70K44

DOI: <https://doi.org/10.4213/tm4440>

1. ВВЕДЕНИЕ

Исследование движения относительно центра масс естественных и искусственных небесных тел является важной областью механики космического полета и небесной механики [2]. В данной работе изучается движение осесимметричного небесного тела относительно центра масс под действием гравитационного момента. Центр масс тела движется по круговой орбите в центральном гравитационном поле. Размеры тела существенно меньше радиуса орбиты.

Пусть \mathbf{K} — вектор кинетического момента тела относительно его центра масс O . Если проекция вектора \mathbf{K} на ось симметрии тела равна нулю, то тогда возможны “плоские” движения — движения, в которых ось симметрии лежит в плоскости орбиты, а вектор угловой скорости тела перпендикулярен этой плоскости [9, 10].

В фазовом пространстве гамильтоновой системы с двумя степенями свободы, описывающей (после редукции Рауса) движение осесимметричного тела относительно центра масс, плоским движениям отвечают фазовые траектории, лежащие на двумерном инвариантном многообразии. Поведение фазовых траекторий на этом многообразии аналогично поведению траекторий на фазовом портрете математического маятника: сепаратрисы разделяют траектории, соответствующие вращениям и колебаниям оси симметрии тела относительно радиус-вектора его центра масс. Цель данной заметки состоит в построении отображения, аппроксимирующего отображение, порождаемое фазовым потоком задачи Ψ_T в окрестности сепаратрис.

Общий подход к исследованию гамильтоновых систем с двумя степенями свободы, в фазовом пространстве которых имеется инвариантное многообразие с располагающимся на нем

^aИнститут прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия.

✉ vvsidorenko@list.ru