

Способ точного прогноза вращения гиростатов при больших углах поворота



Космические аппараты все чаще оснащают внутренними маховиками и гироскопами — такие системы в механике называют гиростатами. Их движение при активных маневрах сложно описать аналитически: классические линейные модели работают только при малых отклонениях, а численное моделирование требует больших ресурсов и не раскрывает физику процессов.

Коллектив исследователей, в том числе из Высшей школы теоретической механики и математической физики СПбПУ, предложил полуаналитический метод, который сочетает точность и вычислительную эффективность. Вместо традиционных углов Эйлера они применили стереографическую проекцию, что позволило свести кинематику к уравнению Риккати. Это описание сохраняет корректность при произвольно больших поворотах и избегает координатных сингулярностей.

Интегралы, отвечающие за поперечные компоненты гиростатического момента, удалось выразить через элементарные экспоненциальные функции, а не через сложные специальные

функции. Это снижает вычислительные затраты примерно на 40 процентов по сравнению с альтернативными подходами. Кроме того, все многообразие физических параметров (моменты инерции, управляющие моменты и компоненты гиросtatического вектора) авторы свели к четырем безразмерным числам, что упрощает параметрический анализ.

Сравнение с прямым численным интегрированием показало: ошибка определения поперечных угловых скоростей не превышает одной сотой радиана в секунду, а относительная погрешность на пиках нутационных колебаний — менее 15 процентов. При этом расчет занимает доли секунды.

Метод применим при проектировании систем ориентации спутников с реактивными колесами, управляющих гироскопов и спин-стабилизированных снарядов. Он дает инженерам инструмент с ясной физической интерпретацией, работающий там, где классические приближения перестают быть достоверными.

Оригинал статьи: *Semi-analytic solutions for finite-rotation attitude dynamics of gyrostatic rigid bodies. European Journal of Mechanics - A/Solids, Volume 119, 2026, 106131.*