

УДК 629.7.05

Алгоритм оценки величин внешних возмущающих моментов космического аппарата при помощи бифуркационных диаграмм расхода энергии

Булавкин Владимир Николаевич^{1,2}

vpk@vpk.npomash.ru

Пилипчук Сергей Васильевич²

pilipchuk@bmstu.ru

Обижаев Александр Александрович^{2(*)}

oaa19v010@student.bmstu.ru

¹ АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрен метод оценки величины внешнего возмущения в релейно-импульсной системе управления ориентацией космического аппарата, основанный на применении свойства энергетической квантованности аттракторов. Предлагается алгоритм косвенного определения внешних моментов по измеренным параметрам автоколебаний динамической системы с помощью построения бифуркационных диаграмм расхода энергии. Полученное решение используется для синтеза оптимальных параметров настройки системы управления. Эффективность предлагаемого алгоритма подтверждена результатами численного эксперимента.

Ключевые слова: управление ориентацией, стабилизация, автоколебания, бифуркация аттрактора, квантово-механическая модель

Введение. При синтезе систем автоматического управления (САУ) ориентацией космического аппарата (КА) является актуальной задача определения величин внешних возмущающих моментов (ВВМ), вариации которых могут оказывать критическое влияние на параметры качества реализуемых динамических режимов [1]. Корректная оценка ВВМ по результатам обработки показаний измерительных органов САУ существенно затруднена или невозможна ввиду относительной малости величин возмущений, обусловленной природой их возникновения [2].

Материалы и методы; результаты. Цель работы — разработка алгоритма определения величин внешних воздействий на основе квантово-механической модели динамики нелинейной САУ. Для этого необходимо решение следующих задач:

- разработка программы для построения бифуркационных диаграмм расхода энергии САУ КА;
- синтез оптимальных параметров настройки системы управления;
- подтверждение работоспособности алгоритма результатами численного эксперимента.

В работе рассмотрена одноканальная система управления угловой ориентацией и стабилизации корпуса КА с линейным формированием управляющего сигнала и релейным регулятором с зоной нечувствительности и гистерезисом.

Для синтеза алгоритма определения ВВМ использованы свойства квантово-механической модели динамики релейно-импульсного управления, предложенные в работе [3].

Синтезируемый алгоритм определения ВВМ основан на предварительном построении бифуркационных диаграмм расхода энергии и последующем сравнении параметров реализующихся в полете автоколебаний с соответствующими эталонными значениями. Для определения параметров автоколебаний при построении бифуркационных диаграмм расхода энергии применяется метод точечных преобразований [4]. Поскольку каждый из возможных в рассматриваемой динамической системе аттракторов имеет ограниченные параметрические области существования, упорядоченные в соответствии с представлениями о квантово-механической модели, результаты прямого измерения параметров автоколебаний позволяют с заданной точностью определить величину действующего ВВМ, а исследование эволюции топологии бифуркационных диаграмм при вариациях параметров настройки САУ позволяет выработать рекомендации в части совершенствования алгоритмов управления.

Заключение. В результате работы разработан алгоритм определения величины ВВМ по параметрам установившихся в САУ автоколебаний. Сформированы рекомендации в части синтеза оптимальных параметров настройки САУ. Работоспособность и эффективность предложенного алгоритма подтверждена численным моделированием

Список источников

- [1] Пилипчук С.В., Бобохина В.А., Портнов А.О., Шиканов А.И. Аналитическое определение параметров настройки нелинейной системы управления угловой ориентацией и физическое моделирование динамических режимов. *Всерос. студенческая конф.: сб. тез. докл.* Москва, Научная библиотека, 2024, с. 4–5.
- [2] Симоньянц Р.П. *Методы пассивной ориентации и стабилизации космических аппаратов.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015, 132 с.
- [3] Симоньянц Р.П. Квантово-механическая модель динамики релейно-импульсного управления. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение*, 2016, № 3 (108), с. 88–101.
- [4] Неймарк Ю.И. *Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний.* Москва, Наука. Физматлит, 1972, 471 с.