



Д.В. Еленев, С.В. Киреев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СПУСКЕ В АТМОСФЕРЕ

(ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»)

Разработана автоматизированная система расчета параметров тросовой системы (ТС) космического аппарата (КА) и аэродинамического стабилизатора (АС) при спуске в атмосфере.

Рассматриваемая ТС представляет собой связку двух твердых тел вращения – КА и АС, соединенных невесомым и нерастяжимым тросом. Принципиальная схема системы показана на рис. 1, где C_1 , C_2 и C – центры масс тел и механической системы; \vec{G}_1 , \vec{G}_2 и \vec{R}_1 , \vec{R}_2 – равнодействующие гравитационных и аэродинамических сил; α_1 , α_2 и α_3 – пространственные углы атаки тел и троса по отношению к вектору скорости центра масс системы \vec{V}_C ; \vec{r}_1 , \vec{r}_2 , \vec{r}_3 и $\vec{\Delta r}_1$, $\vec{\Delta r}_2$ – векторы, определяющие взаимное положение центров масс тел, точек крепления троса и центров давления аэродинамических сил.

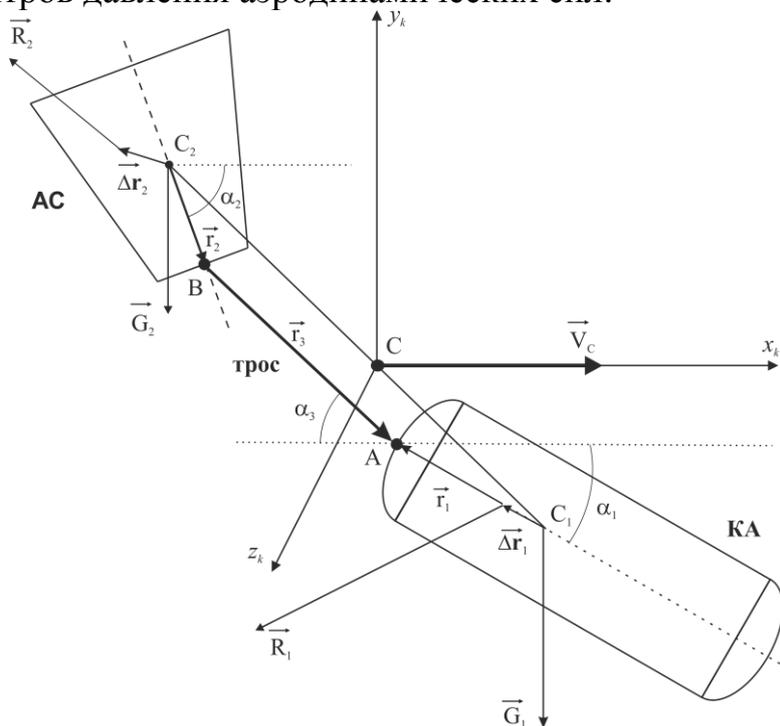


Рис. 1. Схема тросовой системы

Уравнения пространственного движения такой системы получены в работе [1] на основании применения теоремы об изменении кинетического момента для каждого из тел, теоремы о движении центра масс системы и уравнений связей. При получении уравнений движения гравитационные моменты, действующие на тела, считаются пренебрежимо малыми, а модуль гравитационного ускорения в пределах размеров механической системы предполагается неизмен-



ным. Система дифференциальных уравнений движения в общем случае представляет систему 24-ого порядка, значения коэффициентов которой приводятся в монографии [2].

Автоматизированная система позволяет производить расчет и исследование движения тросовой системы. На рис. 2 в качестве примера работы системы показана зависимость угла собственного вращения КА от времени.

С помощью разработанной системы возможно проведение анализа вопросов баллистического проектирования, в том числе выбор параметров ТС исходя из вопроса минимизации массы АС.

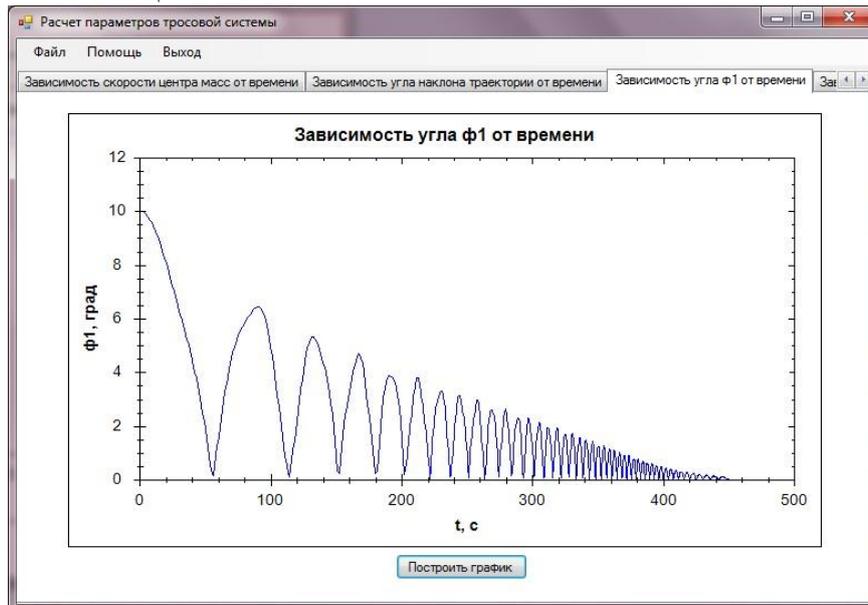


Рис. 2. Зависимость угла от времени

Критерий минимизации массы АС тесно связан с критерием стоимости, поскольку каждый килограмм дополнительной массы, выводимый на орбиту, характеризуется определенной стоимостью и увеличивает в целом стоимость любой космической операции. К подбираемым параметрам можно отнести массу АС, длину троса и размеры АС.

Для различных комбинаций форм тел, входящих в тросовую систему, проведено исследование движения ТС и анализ сил натяжения троса.

Литература

1. Заболотнов Ю.М., Еленев Д.В. Движение в атмосфере тросовой системы «спускаемый аппарат – аэродинамический стабилизатор» // Изв. СНЦ РАН. 2006. – т.8, №3. – с. 833 – 840
2. Еленев Д.В., Заболотнов Ю.М. Движение космического аппарата с тросовым аэродинамическим стабилизатором. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2011. – 114 с.