

**0.1. Ледкова Т.А. Математическая модель возмущённого движения окололунной тросовой системы**

Исследование динамики космических тросовых систем (КТС) весьма актуально в современной космонавтике. Это связано с тем, что с помощью КТС можно создавать лёгкие космические системы, которые могут применяться для решения разных видов задач, в числе которых и задача исследования поверхности Луны [1]. Кроме того, оснащение лунной станции тросовой системой значительно снижает использование топлива при выполнении транспортных операций и стабилизации станции в вертикальном положении, поэтому применение тросовой системы экономически целесообразно. В связи с этим важными задачами являются исследование динамики и разработка программ управления движением окололунных тросовых систем. В работе исследуется процесс развёртывания радиальной КТС, состоящей из лунной космической станции, в качестве которой рассматривается твёрдое тело вращения, и двух малых КА, рассматриваемых как материальные точки. Выпуск тросов происходит по закону управления, обеспечивающему развёртывание тросов на заданную длину при малых отклонениях от положения местной вертикали. Целью работы является анализ влияния гравитационных сил Земли на процесс развёртывания и дальнейшую стабилизацию КТС в вертикальном положении. Уравнения движения найдены с помощью второго закона Ньютона и теоремы об изменении кинетического момента [2]:

$$m_j \ddot{\mathbf{r}}_j = -\mathbf{T}_j + \mathbf{G}_j^m + \mathbf{G}_j^e,$$

$$J_j \dot{\boldsymbol{\omega}}_j = \boldsymbol{\omega}_j \times J_j \boldsymbol{\omega}_j - \mathbf{r}_j \times \mathbf{T}_j - \mathbf{M}_j^m - \mathbf{M}_j^e,$$

где  $m_j$  — массы станции и спутников,  $J_j$  — матрицы моментов инерции станции и спутников,  $\mathbf{r}_j$  — их радиус-векторы,  $\mathbf{T}_j$  — сила натяжения троса,  $\mathbf{G}_j^m$ ,  $\mathbf{G}_j^e$  — векторы сил притяжения Луны и Земли,  $\mathbf{M}_j^m$ ,  $\mathbf{M}_j^e$  — гравитационные моменты, обусловленные притяжением Луны и Земли,  $j = a, b, d$ . В качестве управления используется функция  $u_k = \dot{l}_k / l_k$ , при  $k = a, b$ , где закон управления выпуском троса [3] имеет вид:

$$u_k = \frac{(l_{k_{max}} - l_k)}{l_{k_{max}}} \left( \frac{1}{2} \dot{v} - (\dot{\beta} + \dot{\phi} + \dot{\delta}) \frac{l_k}{l_{k_{max}}} \right).$$

В работе проведено сравнение развёртывания КТС с учётом влияния притяжения Земли и без него. Обнаружено, что возмущения, оказываемые притяжением Земли, вызывают увеличение амплитуды колебаний КТС относительно вертикального положения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Государственного фонда естественных наук Китая (грант № 21-51-53002).*

*Научный руководитель — д.т.н. профессор Заболотнов Ю.М.*

**Список литературы**

- [1] CARTMELL M. P., MCKENZIE D. J. A review of space tether research // Progress in Aerospace Sciences. 2008. Vol. 44. N. 1. P. 1-21.
- [2] БУХГОЛЬЦ Н.Н., ГОЛЬЦМАН В.К. Курс теоретической механики / Москва: Оборонгиз, 1939. 132 с.
- [3] ЛЕДКОВА Т.А., ЗАБОЛОТНОВ Ю.М. Развёртывание и стабилизация движения космической тросовой системы на окололунной орбите // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2021. Т. 20. № 2. С. 63-73.