

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Белов, А.С. Ледков

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

**Обоснование.** Космическая тросовая система — это механическая система, состоящая из двух спутников, соединенных между собой протяженным тросом. Особый интерес представляют электродинамические тросовые системы, в которых спутники оснащены специальными устройствами, позволяющими пускать по тросу ток [1, 3]. При пропускании тока по тросу со стороны магнитного поля Земли на него будет действовать сила Ампера, которую можно использовать для управления движением [2]. Главное преимущество таких тросовых систем заключается в том, что с их помощью можно осуществлять различные орбитальные маневры с минимальными затратами реактивного топлива.

**Цель** — разработка математической модели движения электродинамической космической тросовой системы на круговой орбите и исследование с ее помощью возможность стабилизации системы на орбите, а также перевод системы во вращение.

**Методы.** Анализ литературы по динамике космических тросовых систем, математическое моделирование, обоснование выбора количества точек в модели троса, численный эксперимент для системы (рис. 1) с параметрами  $m_1 = 5000$  кг,  $m_2 = 100$  кг,  $m_{тр} = 10$  кг,  $L = 50$  км,  $h_1 = r_1 = R_3 = 180$  км.

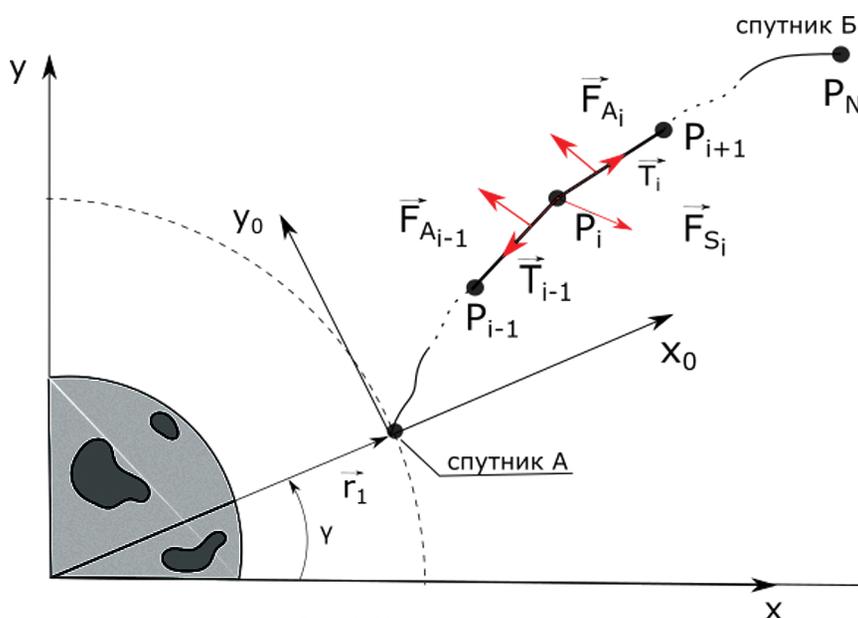


Рис. 1. Механическая система

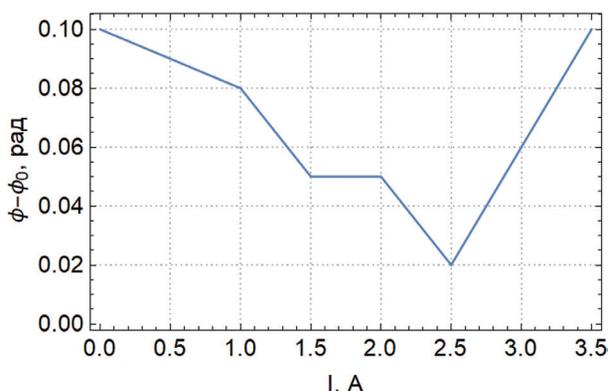


Рис. 2. Зависимость угла отклонения троса от силы тока при стабилизации колебаний

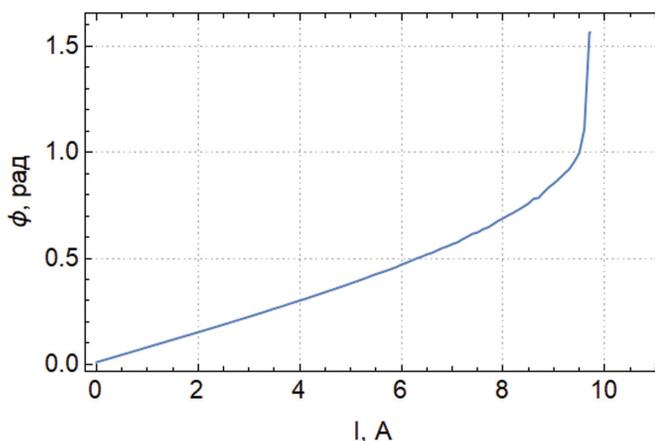


Рис. 3. Зависимость максимальных углов отклонения троса от силы тока при переходе во вращение

**Результаты.** Разработаны следующие алгоритмы:

- 1) поиска силы тока в тросе для стабилизации системы на круговой орбите;
- 2) поиска силы тока, при котором система переходит во вращение.

**Выводы.** С помощью разработанной математической модели была найдена сила тока, при которой колебания тросовой системы сводятся к минимуму. На графике (рис. 2) видно, что при силе тока равной 2,5 А отклонения троса от начального положения минимальны. При исследовании на перевод системы во вращение была получена зависимость максимальных углов отклонения троса от силы тока. На графике (рис. 3) видно, что при силе тока, равной 9 А, система переходит во вращение.

**Ключевые слова:** космические тросовые системы; математическое моделирование; электродинамические тросовые системы; теоретическая механика; орбитальное движение.

### Список литературы

1. Воеводин П.С., Заболотнов Ю.М. К задаче о стабилизации низкоорбитальной электродинамической тросовой системы // Известия РАН. Теория и системы управления. 2019. № 2. С. 117–132. DOI: 10.1134/S0002338819020173
2. Ледков А.С., Соболев Р.Г. Стабилизация электродинамической тросовой системы на круговой орбите // Труды МАИ. 2019. № 107. С. 1–20.
3. Шевченко М.В., Хитько А.В. Проблемные вопросы создания контакторов для электродинамических тросовых систем // Авиационно-космическая техника и технология. 2007. № 10. С. 134–136.

*Сведения об авторах:*

**Алексей Александрович Белов** — студент, группа 1305-010303D, институт авиационной и ракетно-космической техники; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: belov\_it@inbox.ru

**Александр Сергеевич Ледков** — научный руководитель, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: ledkov@inbox.ru