

## Динамика связки буксир - космический мусор на этапе сближения

Научный руководитель – Пикалов Руслан Сергеевич

*Еникеева Арина Алексеевна*

*Студент (бакалавр)*

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.

Королева, Институт ракетно-космической техники, Самара, Россия

*E-mail: arina.enikeeva@yandex.ru*

На сегодняшний день на околоземных орбитах находится большое скопление крупных и мелких объектов - отработавших ступеней ракет, закончивших своё функционирование космических аппаратов и различных обломков ракетно-космической техники. Все это называется космическим мусором [1-5]. Столкновение действующего аппарата с ним может привести к выводу его из строя и полному разрушению. Столкновение двух крупных объектов на орбите может привести к стремительному росту количества крупного, мелкого и среднего космического мусора, что, в свою очередь, может привести к практической недоступности околоземного космического пространства и массовому выходу из строя существующих космических аппаратов [1]. Одним из перспективных способов решения данной проблемы является активное удаление с орбит крупногабаритных объектов космического мусора [2-5].

Методы увода крупногабаритного космического мусора подразделяются на две группы: пассивные - использование существующих физических полей или внешней среды для торможения космического мусора и увода его с орбиты, и активные - предполагают создание искусственного воздействия на объект космического мусора.

В данной работе рассматривается один из методов активного контактного увода крупногабаритного космического мусора с околоземных орбит - использование космического буксира.

В работе рассматривается динамика системы буксир - космический мусор на тросовой связки на этапе сближения [6-7]. То есть после установления механической связки между объектами с помощью тросовой системы. Способ закрепления троса на космическом мусоре в работе не рассматривается, мы считаем что механическая связка уже установлена. Для изучения динамики системы построена математическая модель, включающая в себя космический мусор, моделируемый как материальная точка, буксир, рассматриваемый как твердое тело, и вязкоупругий невесомый трос, соединяющий объекты между собой. Рассматривается движение системы в плоскости орбиты. Маневр сближения осуществляется путем управления длиной троса [6-7]. Записаны уравнения движения системы для случаев движения в безсиловом поле и в центральном гравитационном поле Земли. С их помощью проведена серия численных экспериментов. В развитии работы предполагается рассмотреть пространственное движение системы, добавить соответствующие координаты в модель.

### Источники и литература

- 1) Kessler D.J., Cour-Palais B.G. Collision frequency of artificial satellites: the creation of a debris belt // Journal of geophysical research. 1978. Vol. 83. P. 2637-2646.
- 2) Shan M., Guo J., Gill E. Review and comparison of active space debris capturing and removal methods // Progress in Aerospace Sciences. 2015. Vol. 80. P. 18–32.

- 3) Трушляков В.И., Юткин Е.А. Обзор средств стыковки и захвата объектов крупногабаритного космического мусора // Омский научный вестник. 2013. № 2. С. 56–61.
- 4) Pelton J.N. New solutions for the space debris problem. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015.
- 5) Пикалов Р.С. Юдинцев В.В. Обзор и выбор средств увода крупногабаритного космического мусора // Труды МАИ. 2018. №100.
- 6) Асланов В.С., Пикалов Р.С. Тросовая буксировка объекта космического мусора с полостью, заполненной жидкостью // Труды МАИ. 2017. №92.
- 7) Aslanov V.S., Pikalov R.S. Rendezvous of non-cooperative spacecraft and tug using a tether system // Engineering Letters. IAENG, 2017. Vol. 25, № 2. P. 142-146.