**Динамика тросовых систем на околоземной орбите.**

*Доклад по диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук инженера кафедры Газовой и волной динамики Механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Дьякова Павла Александровича.*

*Научный руководитель д.ф.-м.н., профессор Малашин Алексей Анатольевич*

В представленной диссертационной работе рассмотрена динамика тросовой системы, размещенной на околоземной орбите. Подобные системы – эффективный способ перемещения полезной нагрузки без затрат топлива. Также они могут применяться для удаления нежелательных объектов с используемых орбит (элементов космического мусора, устаревших космических аппаратов, отработанных частей систем и др.).

Использование тросовых систем в качестве средства очистки орбиты от элементов космического мусора было предложено В.А.Чоботовым в 2004 г. Рассмотренная им система предполагала возможность перемещения контейнеров с пойманными элементами мусора на более низкую или высокую орбиту. Сама система состоит из головного спутника (спутник-ловушка), двух оконечных масс (спутники-противовесы) и кевларового троса, натянутого между ними. Длина троса составляет 30 км. Система стабилизирована вдоль местной вертикали в направлении от головного спутника к Земле, другая часть – по направлению к более высокой орбите (орбите захоронения). Маленькие груз (контейнеры с пойманным мусором) двигаются по тросам от головного спутника к оконечным массам.

Подобное сложное движение грузов, спутников и троса приводит к возникновению нежелательных продольно-поперечных колебаний, которые могут привести к отклонению грузов и обрыву троса. Поэтому, динамика троса при его размотке, перемещению по нему нагрузки и взаимодействии груза с оконечной массой требует отдельного внимания. Анализу динамических процессов в тросе и их влиянию на общую динамику системы посвящены отдельные главы представленной диссертационной работы.

В первой главе детально рассмотрен процесс управляемой размотки троса с оконечной массой на орбите. Аналитически получены условия стабилизации троса вдоль предварительно выбранной траектории во время размотки и стабилизации системы после ее окончания. Проведено моделирование процесса размотки троса и стабилизации при различных условиях размотки.

Во второй главе проведен анализ процесса перемещения груза по тросу системы от головного спутника к оконечной массе. В процессе анализа было получено, что основной вклад в формирование конфигурации системы вносят величины, определяемые взаимным движением оконечной массы и груза. Динамические процессы в тросе имеют следующий порядок малости, но, тем не менее, могут вносить свой вклад в динамику системы. Так же, как показал анализ, поведение системы сильно зависит от соблюдения начальных параметров спуска - отношения массы груза и оконечной массы, начальной скорости груза. Также, был предложен вариант выбора начальных параметров, при которых наиболее вероятен успешный спуск груза.

В третьей главе подробно рассмотрен процесс распространения продольно-поперечных колебаний в тросе системы при перемещении по нему груза и после взаимодействия груза с оконечной массой. Показана зависимость динамических параметров системы от параметров спуска. Смоделированы различные случаи распространения колебаний в тросе в зависимости от различных параметров системы.

Таким образом, в представленной диссертационной работе, рассмотрены все основные этапы функционирования тросовой системы на орбите. Были проанализированы зависимости динамики системы от ее параметров на всех этапах, смоделированы различные сценарии функционирования. Представленные методы анализа и подходы к решениям задач могут быть эффективно использованы при расчете и моделировании орбитальных миссий с использованием тросовых систем.