

УДК 629.7

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СБЛИЖЕНИЯ СПУТНИКА-ИНСПЕКТОРА С КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ НА ОРБИТЕ ЗЕМЛИ

© Ефременкова В.В., Алексеев А.В.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: vladaefr@mail.ru

Ежегодно в околоземном космическом пространстве (ОКП) растет число космических аппаратов (КА), выведенных из эксплуатации по различным причинам. Частичным решением проблемы накопления в ОКП нефункционирующих объектов может стать своевременное проведение сервисно-восстановительных работ для дальнейшего функционирования КА на орбите. Важным этапом таких работ является техническое диагностирование нефункционирующего КА, реализация которого возможна с помощью орбитальной космической инспекции, или, по-другому, спутника-инспектора (СИ) [1]. Свободно перемещаясь в ОКП СИ обладает способностью проведения внешнего осмотра, а также выполнения технического обследования неисправностей КА. Для этого требуется, чтобы СИ находился в окрестности инспектируемого КА.

В данном исследовании рассмотрен один из важнейших этапов работы СИ – сближение с обследуемым КА. Смоделированы следующие этапы движения: приближение, остановка, движение после остановки. Процесс приближения осуществляется с помощью импульса наведения, который сблизит СИ и КА на необходимое расстояние. Остановка СИ производится импульсом замедления, который мгновенно уменьшит набранную скорость до нуля и завершит сближение. Однако после остановки из-за воздействия внешних сил СИ через некоторое время вновь продолжит движение, поэтому этап движения после остановки СИ был рассмотрен с целью определения возможного столкновения после сближения СИ и КА. Первый и третий этапы включают пассивное движение СИ, которое описывается уравнениями Клохесси – Уилтшира [2].

Цель работы заключается в определении параметров, обеспечивающих безопасное сближение СИ и КА, а также начальных условий, при которых может произойти столкновение на этапах приближения и последующего движения после остановки.

В результате исследования получено, что в зависимости от выбранного времени, в течение которого должен выполняться этап приближения, начальные координаты СИ могут быть благоприятными для сближения или привести к столкновению с КА, что и показал численный эксперимент.

Таким образом, в данной работе рассмотрены метод сближения СИ и КА на основе уравнений Клохесси – Уилтшира и маневр двухимпульсного сближения. Проведены расчеты для частных случаев сближения, визуализированы координаты и расстояние между объектами в зависимости от времени, а также траектория движения СИ в двумерном и трехмерном пространствах.

### Библиографический список

1. Каткалов В.Б. Перспективы развития спутниковых услуг // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2020. № 1 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-sputnikovyh-uslug> (дата обращения: 01.08.2023).
2. Clohessy W.H., Wiltshire R.S. Terminal guidance system for satellite rendezvous // Journal of the Aerospace Sciences. 1960. V. 27, № 9. P. 653–658.